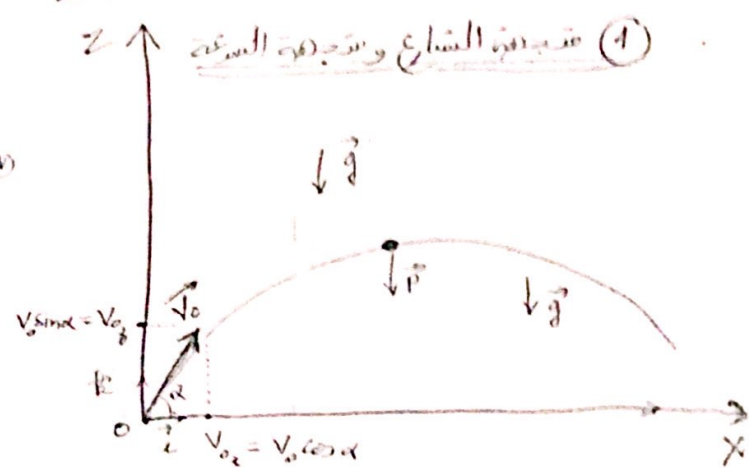


المركبة المائلة α المستوية الحركات المائلة

تدرس حركة الأجسام المائلة في إطار منظم متعامد $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ وفي حالة الحركة المائلة حيث تكون السرعة البدئية $\vec{V}_0$ لجسم أثناء سقوطها متواجدة في المستوى الرأسي $(O, \vec{i}, \vec{k})$ فتكامل عن حركة مستوية ونقصد على إستعمال المحاور Ox, Oz

I حركة قد رتبة في مجال الثقالة

الموجع الأرضي نعتبره غاليليا وندرس حركة
الوزنية (التي نعتبرها نقطية)
تتبع الوزنية التي نرسلها إطلاقاً من 0 بسرعة
بدئية $\vec{V}_0$ (غير رأسيّة) لوزنها فقط (سقوط حرّ)



② حسب القانون الثاني لنيوتن : $\vec{P} = m \vec{a}_c$
 $m \vec{g} = m \vec{a}_c$ $\vec{a}_c = \vec{g}$

بالتالي $\begin{cases} V_x = C_1 \\ V_y = C_2 \\ V_z = -gt + C_3 \end{cases}$ $\begin{cases} \frac{dV_x}{dt} = 0 \\ \frac{dV_y}{dt} = 0 \\ \frac{dV_z}{dt} = -g \end{cases}$

نعلم أن $\vec{a} = \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$ إذن $\vec{g} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -g \end{pmatrix}$

وحسب الشروط البدئية : $\begin{cases} C_1 = V_{0x} = V_0 \cos \alpha \\ C_2 = V_{0y} = 0 \\ C_3 = V_{0z} = V_0 \sin \alpha \end{cases}$ و هكذا نجد $\vec{V}_0 = \begin{cases} V_x = V_0 \cos \alpha \\ V_y = 0 \\ V_z = -gt + V_0 \sin \alpha \end{cases}$

③ المعادلات الزمنية للحركة

عند اللحظة $t=0$ لدينا $x_0 = y_0 = z_0 = 0$ $\begin{cases} x = (V_0 \cos \alpha)t + x_0 \\ y = y_0 \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0 \sin \alpha)t + z_0 \end{cases}$ $\begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = V_0 \cos \alpha \\ V_y = \frac{dy}{dt} = 0 \\ V_z = \frac{dz}{dt} = -gt + V_0 \sin \alpha \end{cases}$

نستنتج إذن أن :

① $y=0 \rightarrow \begin{cases} x = (V_0 \cos \alpha)t \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0 \sin \alpha)t \end{cases}$
 حركة في تفرج المستوى $(O, \vec{i}, \vec{k})$

② معادلة المسار

من المعادلتين ① نستخرج الزمن t ونعزل على معادلتها المسار $\left[Z = \frac{-g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + (tg \alpha) x \right]$ شلجيمي

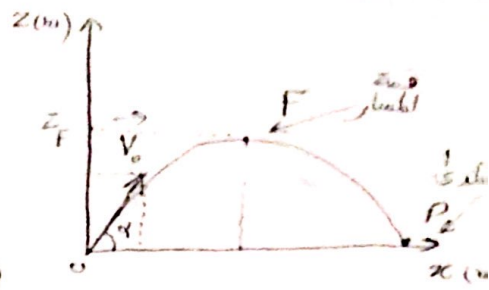
قوة المجال الكهربائي F أعلى نقطة P يصل إليها مركز وجه القرص

المركب P هو أقصى النقطة P حيث تسقط القرص

$$\left[Z_F = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \right], \left[x_F = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2g} \right]$$

$$\frac{dz}{dt} = 0 \text{ حيث } x = x_F$$

$$\left[x_P = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \right] \text{ حيث } Z = 0 \text{ (} x = x_P \text{)}$$



II حركة دقيقة مشحونة في مجال كهربائي

(1) مفهوم المجال الكهربائي (تذكير)

(*) شحنة نقطية موجبة تحدث حولها مجالاً كهربائياً

(خارجية) نابذاً (موجبة E) وأي شحنة أخرى q دخلت

أو هذا الحيز من الفضاء تخضع لقوة كهربائية F

$$\text{حيث } \left[\vec{F} = q \vec{E} \right] \quad (F = |q| E)$$

(*) شحنة سالبة تحدث حولها مجالاً كهربائياً

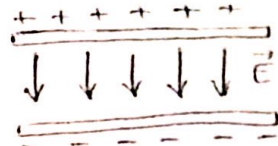
(*) يكون المجال الكهربائي منتظماً إذا حازت للجسيمات

على نفس الاتجاه، نفس المقدار ونفس المظهر

عندما نطبق توتر U على موصلين متوازيين

(بينهما مسافة d) يتكون مجال منتظم

$$\text{شدته } \left[E = \frac{U}{d} \right] \text{ (الوحدة } V/m \text{)}$$



(2) دراسة حركة شحنة نقطية في مجال كهربائي

لتعتبر شحنة $q < 0$ تدخل بسرعة $\vec{V}_0$ أفقية إلى حيز من الفضاء

حيث يوجد مجال كهربائي منتظم $\vec{E}$

بإهمال وزن الشحنة الدقيقة مقارنة مع القوة الكهربائية

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q \vec{E}}{m} \quad \text{حيث } \vec{F} = m \vec{a}$$



في المعامل $\vec{r}(0, y, z)$ نجد :

الحركة مستقيمة منتظمة على x

مستقيمة متغيرة بانتظام على y

الحركة مستقيمة $z = 0$

$$\vec{OM} \begin{cases} x = V_0 t \\ y = -\frac{qE}{2m} t^2 \\ z = 0 \end{cases}$$

$$\vec{V} \begin{cases} V_x = V_0 \\ V_y = -\frac{qE}{m} t \\ V_z = 0 \end{cases}$$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{qE}{m} \\ a_z = 0 \end{cases}$$

بمجرد الشروط البدئية

$$\text{عند } t = 0 \quad x_0 = y_0 = z_0 = 0$$

$$q < 0$$

ونحصل على المعادلة الديناميكية للمسار بإدخال الزمن t :

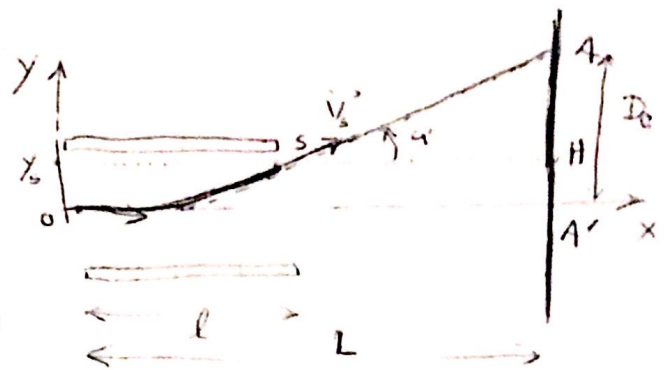
$$\text{مسار شحني } y = -\frac{qE}{2m V_0^2} x^2$$

تعبير السرعة والانحراف الكهربائي

S : نقطة خروج الشحنة المتحركة من المجال

$$S \begin{cases} x_s = l \\ y_s = \frac{-qE}{2m v_0^2} l^2 \end{cases} \quad \text{احداثيات S هي} \quad t_s = \frac{l}{v_0}$$

$$\vec{v}_s \begin{cases} v_{sx} = v_0 \\ v_{sy} = \frac{-qEl}{m v_0} \end{cases} \quad \text{إذن}$$



$$\tan \alpha = \frac{v_{sy}}{v_{sx}} = \frac{-qEl}{m v_0^2}$$

الزاوية α هي ما يُسمى بالانحراف الزاوي

- بإعتبار وزن الشحنة مُهملاً فنجد خروجها من منطقة المجال الكهربائي تكون حركة الشحنة مستقيمة منتظمة ($\sum \vec{F}_e = \vec{0}$)

- المسافة $D_e = AA'$ هي ما يُسمى بالانحراف الكهربائي حسب الشكل

$$D_e = \frac{-qE}{2m v_0^2} l^2 - \frac{qEl}{m v_0^2} (L-l)$$

$$\tan \alpha = \frac{D_e - y_s}{L - l}$$

$$\begin{cases} \tan \alpha = \frac{AH}{SH} \\ AH = A'A - A'H \\ AH = D_e - y_s \\ SH = L - l \end{cases}$$

$$D_e = - (L - \frac{l}{2}) \frac{qEl}{m v_0^2}$$

$$D_e = y_s + (L-l) \tan \alpha$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$D_e = KU$$

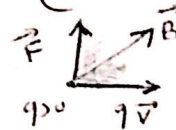
يتناسب الانحراف الكهربائي طردياً مع التوتر المطبق بين الصفيحتين

III حركة دقيقة مسكونة في مجال مغناطيسي منتظم

① القوة المغناطيسية (تذكير) شحنة كهربائية q متحركة (سرعتها $\vec{v}$) إذا دخلت الى حيز الفراغ بدون مجال مغناطيسي فنتيجة $\vec{B}$ تخضع لقوة لورنتز

$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

تحدد اتجاهها بقاعدة أصابع اليد اليمنى



$$F = |q v B \sin(\vec{B}, \vec{v})|$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = 0$$

قدرة لورنتز معدومة

$$\begin{cases} \vec{F} \text{ عمودية على } \vec{v} \\ \vec{F} \cdot \vec{v} = 0 \end{cases} \quad \text{ملاحظة}$$

الطاقة الحركية للشحنة ثابتة وبالتالي وحركة الشحنة داخل المجال حركة منتظمة. $P = \frac{dE_c}{dt} = 0$ $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

② دراسة حركة الدققة المسكونة ④ تجربة

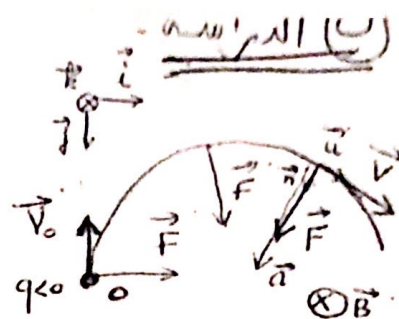
بواسطة الوشيعتين تحدث مجالاً مغناطيسياً مستطيلاً داخل الحبابية الزجاجية حيث تدخل حزمة الكروية بسرعة v ثابتة B و v متعامدان



40 copies

ندرس حركة الدفينة المستوحدة في المعلم $R(0, \vec{r}, t)$
 بإهمال الوزن نجد $\Sigma \vec{F}_e = \vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B} = m \vec{a}$
 $\vec{a}$ محودية على المستوى $(\vec{v}, \vec{B})$

$$\boxed{\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{v} \wedge \vec{B}} \quad a = \frac{q}{m} v B \sin(\vec{v}, \vec{B})$$



$\vec{F}$ انجذابية مركزية

حركة الدفينة مستوية $(z=0)$
 وتعبير a في أساس فرينيتي $(\vec{u}, \vec{n})$ هو

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{u} + \frac{v^2}{\rho} \vec{n} \quad \left(\text{لأن } v = v_0 \text{ ثابتة} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \right)$$

$$m \vec{a} = \vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$m \frac{v_0^2}{\rho} = q \vec{v} \wedge \vec{B} \Rightarrow$$

$$\frac{v_0^2}{\rho} = \frac{|q|}{m} v_0 B \sin(\vec{v}, \vec{B}) \quad (\sin(\vec{v}, \vec{B}) = 1) \quad \text{إذن}$$

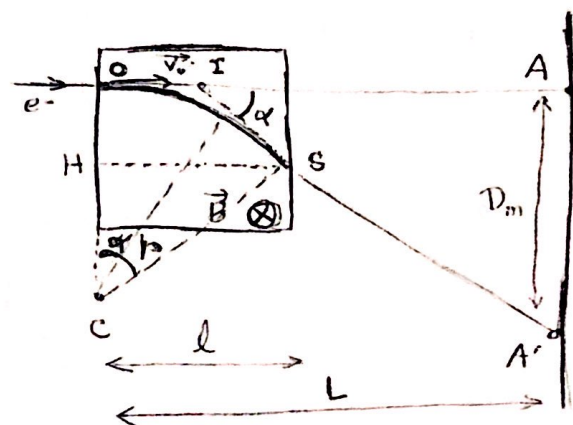
$$\rho = R \quad \boxed{\rho = \frac{m v_0}{|q| B}} \quad \Leftarrow \quad \frac{v_0}{\rho} = \frac{|q|}{m} B$$

$\rho = R$ (مسار دائري)

يتعلق الأمر بحركة دائرية منتظمة شعاع مساره $R = \frac{m v_0}{|q| B}$

③ تعبير انحراف المغناطيسي :

تدخل حزمة من الإلكترونات (بسرعة $\vec{v}_0$) إلى حيز من الفضاء حيث يوجد مجال مغناطيسي $(\vec{B})$
 فتتحرف حسب مسار دائري شعاعه ρ ، ثم بعد ذلك
 تُكَيَّل معها حركتها خارج الحيز حسب مسار مستقيمي
 لتصل إلى غاية النقطة A' عن الشاشة.



لدينا $\tan \alpha = \frac{AA'}{IA}$ (المثلث IAA') الزاوية α صغيرة
 إذن $\tan \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ (المثلث CHS) $\sin \alpha = \frac{SH}{r} = \frac{l}{r}$

وهكذا نجد $\frac{AA'}{IA} \approx \frac{l}{r}$ أي $\frac{D_m}{IA} \approx \frac{l}{r}$

$$\boxed{D_m = \frac{L l |q| B}{m v_0}}$$

ولدينا $L \gg l$ إذن $IA \approx OA = L$
 $r = \frac{m v_0}{|q| B}$

تطبيقات : أنظر مبدأ اشتغال راسم المسار للكثلة والسيطالونرون

يتناسب انحراف المغناطيسي D_m مع السعة B للمجال المغناطيسي

لذلك يفضل استعمال مبدأ انحراف المغناطيسي في التلغراف وراسم النفاذ عوض انحراف الكهرباء

يتناسب عكسيا مع (v^2) $D_e = -\left(L - \frac{l}{2}\right) \frac{q l}{m v_0^2} \frac{U}{d}$

يتناسب عكسيا مع (v) $D_m \approx \frac{L l |q| B}{m v_0}$

انحراف المغناطيسي

الموجة الميكانيكية

تعريف الموجة الميكانيكية
(1) مفهوم الإشارة (التشويش)



عندما نلقي بعبر صغير فوق
سطح من العجين نلاحظ أن
سطحها (شكلها) يتشوه
لشوه الحامل لا ينتقل

(-)(-)(-)(-)

وعندما نلقي بعبر فوق سطح
ماء نلاحظ تشوه سطح
الماء كما نلاحظ انتقال التشوه
فوق سطح الماء

تلكم عن موجة ميكانيكية (أو إشارة) عندما يتشوه الوسط
سريع و ينتقل التشوه عبره بسرعة معينة

في حيزها الميكانيكية

وقد سطح الماء تتكون موجة ميكانيكية عند منبع S وتنتقل
بسرعة معينة مُبتعدة عن المصدر لتصل إلى النقطة M حيث
يجتزأ هذه الأخيرة ثم تستقر بعد ذلك عند احتياض الموجة لها
نظراً أنه ليس هناك انتقال للمادة (انتقال للطاقة فقط)
رعة الموجة مرتبطة بمرحلة وسط الانتشار (سرعة الموجة على
سطح الماء ليست هي سرعتها على سطح سائل لزج مثل العسل)
كما أن هذه السرعة مرتبطة أيضاً بظهور الوسط فسرعة
الموجة تختلف في جيلين مثلاً لهما كتل طولية مختلفة

أنواع الموجات

- ① الموجة الطولية: عندما يكون التشوه موازياً لاتجاه انتقاله
- ② الموجة المستعرضة: عندما يكون اتجاه التشوه عمودياً على اتجاه انتقاله

③ أمثلة: انظر الكتاب المدرسي: موجة على طول حبل
انتقال إشارة على طول نابض

التأخر الزمني

من المصدر S تنطلق إشارة عند اللحظة $t=0$
لتصل إلى النقطة M عند اللحظة t
كانت سرعة الانتشار هي v فإن النقطة M تهتز بنفس
ترددة كالنقطة S لكن بعد مرور زمناً قدره $t = \frac{SM}{v}$ والمسمى

١- تعريف: عندما تتعاقب الموجات الواحدة تلو الأخرى نكلم عن موجة متوالية وإذا تكررت هذه الموجات بنفس الطريقة خلال الزمن نكلم عن موجة متوالية دورية.

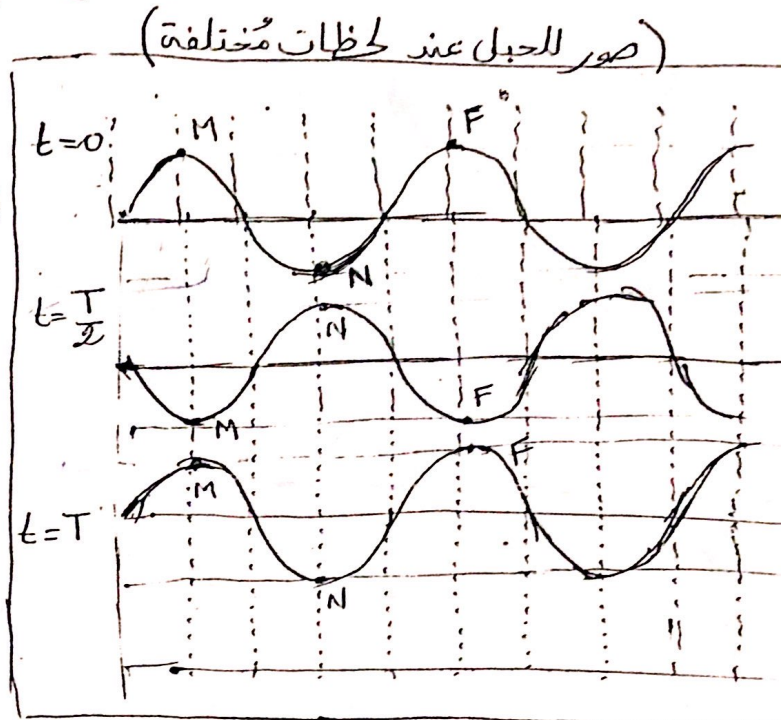
للموجة المتوالية الدورية على طول جيل (الشفرة المهيترية هي منبع الموجات ولها حركة دورية (مضادة))

الموجة المائية في حوضي الموجات (المنبع هو المسبار المهيتر)

- الدورية الزمانية: كل نقطة من الجيل أو كل نقطة في حوضي الموجات تخضع لحركة إهتزازية دورية وتكرر حركتها بنفس الطريقة خلال الزمن والمدة التي تكرر خلالها هذه الحركة تدعى بالزمن T (خلال المدة T يعود كل نقطة إلى نفس حالها الإهتزازية)

سواءً تعلق الأمر بوسط أحادي البعد حيث تنتشر الموجة وفق اتجاه واحد أو سواءً تعلق الأمر بوسط ثنائي البعد (الانتشار وفق اتجاهين)

أو ثلاثي البعد (الانتشار في جميع الاتجاهات) فإن كل نقطة من وسط الانتشار تكون لها حركة إهتزازية شبيهة بحركة المنبع وتكرر إلى نفس الموضع بعد مرور مدة زمنية (T) (دور الحركة) نكلم عن دورية زمانية.



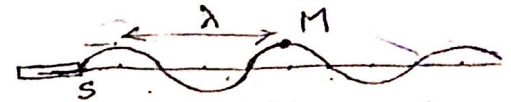
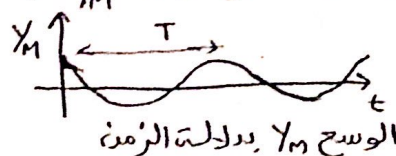
- الدورية المكانية: عند أخذنا صورة فوتوغرافية للموجات وهي تسري في الجيل في حوضي الموجات يتضح لنا وجود نوع من التكرار الشكلي على مستوى المكان. يظهر منحنى جيبي يجسد الموجات المتوالية الجيبية، كل موجة تتضمن ذروة وقعر ولها طول موجة λ .



: طول الموجة هي المسافة التي تغطيها الموجة بسرعة v خلال المدة الزمنية T

$$\lambda = v \cdot T$$

كل نقطة M من وسط الانتشار تتحرك وفق محور رأسي نحو الأعلى ونحو الأسفل. نستطيع تحديد موضعها بواسطة y_M (نسبة أيضا بالإطالة)



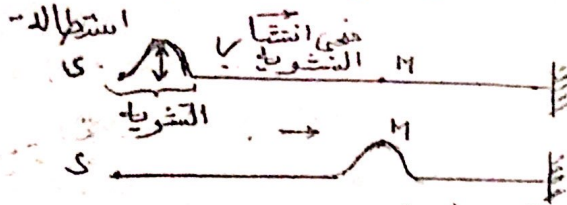
الموجات الميكانيكية المتراكبة

1- الموجة الميكانيكية

1- أنشطة تجريبية

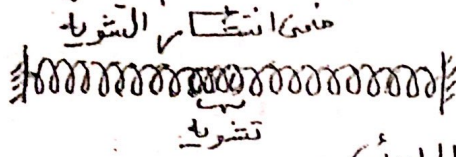
* نشاط 1: ثبت أحد طرفي الحبل ثم شغلت باجداث تشويحية في طرفه الآخر العري

نلاحظ أن التشويحية ينتشر طول الحبل الذي يسمى
بوسط الانتشار وعند مروره بالنقطة M
تتحرك مارة الأخيرة في اتجاه عمودي على اتجاه
انتشار التشويحية ثم ترجع إلى وضعها البدئي بعد اجتيازها لها.

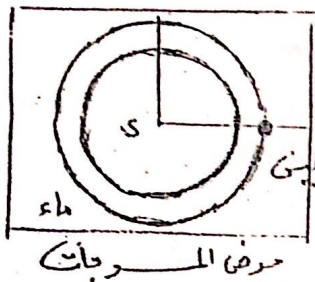


* نشاط 2: ثبت طرفي نابض ذرفات غير متصلة ونفذ على بعض لفاته ثم خسرهما

نلاحظ انتشار التشويحية طول النابض (وسط الانتشار)
موازيًا لاتجاه انتشار التشويحية بحيث تنفذ لفاته
التي يعلها التشويحية وعند اجتيازها لها تتدور وتسترجع وضعها البدئي.



* نشاط 3: نقوم باستقاط قطرة ماء على سطح ماء ساكن في حوض الموجات



نلاحظ انتشار التشويحية على مستوى سطح الماء (وسط الانتشار)
وعندما يصل التشويحية إلى قطعة الفلين فان هذه الأخيرة تتحرك
عموديا على اتجاه انتشاره وتعود إلى موضعها على سطح الماء
بعد اجتيازها لها.

2 تعريف الموجة الميكانيكية

نسبى موجة ميكانيكية انتشار تشويحية في وسط مادي مرن دون انتقال للمادة التي تكون هذا الوسط.
الذي يسمى بوسط الانتشار.

3 الموجة الميكانيكية المستعرضة والطولية

الموجة المستعرضة هي الموجة التي تحدث تشويحية باتجاه متعامد مع معنى انتشارها
الموجة الطولية هي الموجة التي تحدث تشويحية له نفس اتجاه معنى انتشارها.

4 الموجات الصوتية

الموجة الصوتية هي موجة ميكانيكية تنتشر في جميع الأوساط المادية (الصلبة، السائلة) وذلك نتيجة
الضغط والتدد وسط الانتشار ولا تنتشر في الفراغ.

- الموجة اجادية البعد هي الموجة التي يكون اتجاه انتشارها مستقيما.

مثال انتشار موجة طول الحبل أو حبل النابض.

- الموجة ثنائية البعد هي الموجة التي يكون اتجاه انتشارها مستويا

مثال انتشار موجة على سطح الماء.

- الموجة ثلاثية البعد هي الموجة التي تنتشر في جميع الاتجاهات (الفضاء)

مثال الموجة الصوتية.

2- الموجة الميكانيكية المتوازية

تعريف: الموجة الميكانيكية المتوازية هي انتشار إشارة (تذبذب) عدة مرات بكتيفة متتالية في وسط مادي انطلاقاً من منبع الموجة كـ

مثال: - حركة تذبذبة معدنية مرتبة بعد تقويسها وتحريرها
- تسلسل سقوط قطرة ماء على سطح ماء ساكن

فلال انتشار الموجة تكسب كل نقطة في وسط الانتشار طاقة ميكانيكية من منبع الموجة فتتحرك مع الموجة عند المرور بها.

3- سرعة انتشار موجة ميكانيكية

1-3 تعريف: نسمي سرعة انتشار الموجة سرعة انتشار تذبذب في وسط الانتشار

1-3-1 $v = \frac{dl}{\Delta t}$ (m/s)

الـ المسافة المقطوعة
الـ المدة المستغرقة

2-3 العوامل المؤثرة في سرعة الانتشار

* سرعة انتشار موجة طول الجبل: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ (m/s)

ت: توتر الجبل وحدته (N)
μ: الكتلة الطولية

$\mu = \frac{m}{l}$ (kg/m)
m: كتلة الجبل
l: طوله

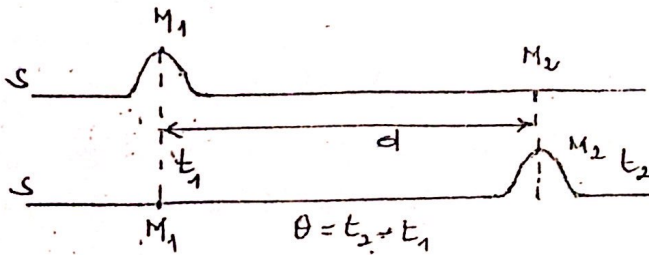
تتعلق سرعة الانتشار بـ بتوتر الجبل أو كتلة الطولية

* سرعة انتشار الموجة الصوتية

في الهواء: $v = 340 \text{ m/s}$
في الماء: $v = 1500 \text{ m/s}$
في الحديد: $v = 1800 \text{ m/s}$

تتعلق سرعة انتشار الموجة الصوتية بـ طبيعة الوسط

4- التأخر الزمني لموجة ميكانيكية



سرعة انتشار الموجة

$$v = \frac{dl}{\Delta t} = \frac{M_1 M_2}{t_2 - t_1}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \theta$$

نسمي θ التأخر الزمني للموجة

$$\theta = \frac{M_1 M_2}{v}$$

ك- مقارنة حركة جسم مع انتشار موجة ميكانيكية

اشارة ميكانيكية

- انتشار انطلاقاً من منبع وقد يكون في جميع الاتجاهات

- انتقال الطاقة

- لا تنقل في الفراغ ($v=0$)

- سرعة انتشار الموجة لا تتغير بالشروط البدئية

حركة جسم

- مسار جيد محدد

- انتقال المادة

- ينتقل الجسم في الفراغ بسرعة أكبر من وسط مادي

- تتغير سرعة جسم بالتشروط البدئية

1- الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية

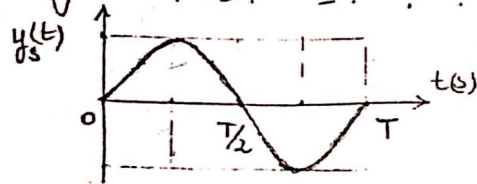
1-1 تعريف

الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية هي انتشار يشوبه دورية في وسط الانتشار.

منه الدورية الزمنية و الدورية المكانية للموجة ميكانيكية متوالية جيبية

1-2-1 الدورية الزمنية

كلما وصلت الموجة المتوالية الدورية إلى نقطة M في وسط الانتشار تغيرت حالة النقطة حركة دورية بنفس وسع ودور المنبع حول موضع توازنها وكانها الشان بالنسبة لنقطة وسط الانتشار.



$y(t)$: استطالة المنبع

اذن فنور حركة M هو دور المنبع $T_M = T$

1-2-2 الدورية المكانية

تعريف: طول الموجة هي المسافة الفاصلة بين نقطتين متتاليتين من وسط الانتشار لهما نفس الحركة في نفس اللحظة.

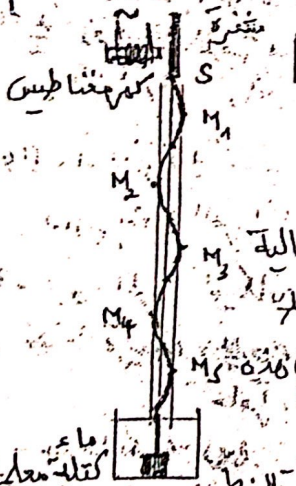
المسافة بين نقطتين متتاليتين من وسط الانتشار λ في مدة زمنية تساوي دور حركة المنبع T .

$$\lambda = vT \quad (m) \quad (m/s) \quad (s)$$

2- الموجة المتوالية الجيبية

2-1 نشاط تجريبي: تثبيت أحد طرفي الخيط بشقفة تترك تحت تأثير كهرمغناطيس

تردده 100 Hz. بينما الطرف الثاني بكتلة معلمة وضعت في كأس يحتوي على الماء لا تتأثر بالموجة.



نصب بواسطة وماضي (موجات كهرومغناطيسية) يرسل ومضات ضوئية في مدار زمنية متتالية ومتساوية T ويحتوي على جهاز يمكن من ضبط تردد الومضات N الخيط ونظير

التردد N للومضات على أكبر قيمة يمكن ملاحظة توقف ظاهرة الخيط في هذه الحالة $N = N_c$ أي $(T = T_c)$

أما في الحالة التي يكون فيها N أكبر قليلاً من N_c نلاحظ حركة ظاهرة الخيط في المنبع المعاكس لمتجه انتشار الموجة

وفي الحالة التي يكون فيها N أصغر قليلاً من N_c نلاحظ حركة ظاهرة الخيط في نفس متجه انتشار الموجة

2-2 مقارنة حركتي نقطتين

$$\left. \begin{aligned} SM_3 - SM_1 &= \lambda \\ SM_5 - SM_3 &= \lambda \\ SM_4 - SM_2 &= \lambda \end{aligned} \right\}$$

(M_1, M_3) أو (M_3, M_5) أو (M_2, M_4) تبتزان على توافق في الطور: $\Rightarrow$
وكذلك (M_1, M_5) تبتزان على توافق في الطور: $SM_5 - SM_1 = 2\lambda$

4

بصفة عامة M_1 و M_2 تهتزان على نواحي في الطور اذا كانت: $SM_2 - SM_1 = K\lambda$ (KE#)

(M_1, M_2) أو (M_2, M_1) أو (M_3, M_4) أو (M_4, M_3) تهتزان على تعاكس في الطور $\Rightarrow$

$$\left. \begin{aligned} SM_2 - SM_1 &= \frac{\lambda}{2} \\ SM_3 - SM_2 &= \frac{\lambda}{2} \\ SM_4 - SM_3 &= \frac{\lambda}{2} \\ SM_5 - SM_4 &= \frac{\lambda}{2} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} SM_4 - SM_1 &= \frac{3}{2}\lambda \\ SM_5 - SM_1 &= \frac{3}{2}\lambda \end{aligned} \right\}$$

بصفة عامة M_1 و M_2 تهتزان على تعاكس في الطور اذا كانت: $SM_2 - SM_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ (KE#)

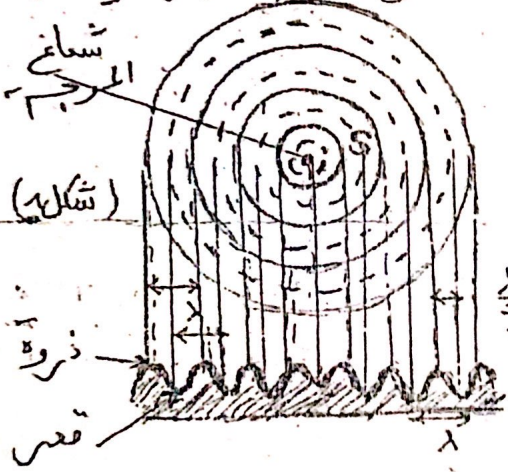
- الموجة المتوالية الدائرية (شكل 1)

في حوض الموجات يحتوي على ماء مسطحة ثابتة تحدث بواسطة مسامير متبل بغير انما حركة اهتزازية ثم نضي بواسطة رصاصي سطح الماء .

عند يكون $N_1 = N_2$ ($T_1 = T_2$) فلا تلاحظ توتت ضامري لجميع نقاط السطح وتتأقبت دوائر مضيئة واخرى قليلة الاضاءة .

تنتشر الموجة المتوالية الدائرية على سطح الماء في جميع الاتجاهات بسرعة انتشار v فتقطع المسافة λ (طول الموجة) خلال الدور T للتهتز

$$v = \frac{\lambda}{T}$$



λ : طول الموجة في المسافة الفاصلة بين خطين متتاليين لهما نفس الازدواج
 $\frac{\lambda}{2}$: نصف طول الموجة في المسافة الفاصلة بين خطين متتاليين أحدهما الكتل ضامرة والاخرى مضيئة

الموجة المتوالية المستقيمة (شكل 2)

نقوم بعكس التجربة السابقة ونغوص المسامير الزاوية في فتحة رأسية

- سيود الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية

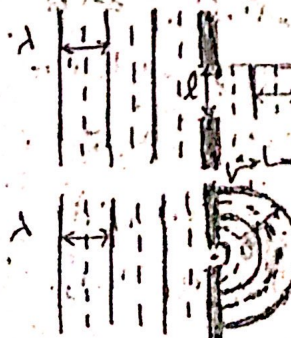
تشاطر قمرين في حوض الموجات تحدث موجة مستقيمة ونضع حاجزًا به فتحة عرضها λ



- عند ما يكون λ لا تقل عن طول الموجة بنفس اتجاه انتشارها عند اجتيازها للفتحة الحاجز

λ لا يتغير اتجاه انتشار الموجة المستقيمة الواردة ويقول عنها عند اجتيازها الفتحة موجة دائرية تسمى الموجة المحيطة ونسوق الظاهرة باليسود كما نعتبر الفتحة منبعًا مبدعًا

لموجتين الواردة والمحيدة نفس طول الموجة λ نفس الدور T ونفس التردد N الوسيط المبدع



تحريفًا نسمى وسط مبدع كل وسط يتألف فيه سرعة انتشار الموجة بتدورها المحيدة والعكس صحيح

أمثلة :- الماء وسط مبدع لان سرعة انتشار موجة على سطح الماء يتغير بتغير التردد
 الهواء وسط لا مبدع لان سرعة انتشار موجة في الهواء لا تتغير بتغير التردد

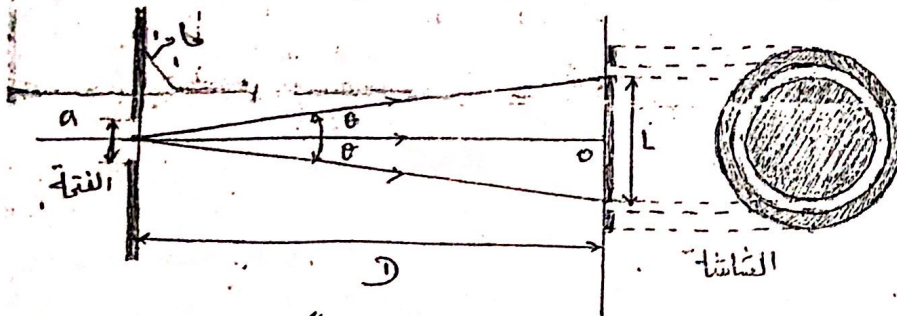
1- حيود الضوء

- 1- الانزياح القوسي لظاهرة حيود الضوء
 - * عند إضاءة حاجز به فتحة واحدة بأشعة لزرارية (LASER) نلاحظ:
 - * عند ما يكون عرض الفتحة كبيراً تكون بقعة ضوئية على الشاشة لها نفس أبعاد الفتحة.
 - * عند ما يكون عرض الفتحة صغيراً تكون بقعة ضوئية دائرية قطرها أكبر من قطر الفتحة وتحتل بها حلقات مضيئة ومظلمة مما يدل على تغير اتجاه انتشار الضوء وراء الحاجز وشكل الفتحة منبع ضوئي وهي، وتسمى هذه الظاهرة بحيود الضوء.
 - * استنتاج:
 - أنا حيود الضوء مماثل لحيود الموجات الميكانيكية مما يشهد أن الضوء طبيعة موجية، إذن فالضوء موجة كهرومغناطيسية تسترخف وتنتشر في الأوساط المادية وكذلك في الفراغ عكس الموجات الميكانيكية.

2-4- مميزات حيود موجة ضوئية أحادية اللون

- تتعلق حيود موجة ضوئية أحادية اللون بعرض الفتحة (الشق) a وطول الموجة λ ،
- يزداد عرض البقعة المركزية الملاحظة على الشاشة كلما صغر عرض الفتحة a والعكس صحيح.
- تسمى الزاوية الزاوية ويكون بين وسط البقعة المركزية وأول بقعة مظلمة ويعبر عنه بالعلاقة:

$$(I) \quad \theta = \frac{\lambda (m)}{a (m)} \quad (rad)$$



L : قطر البقعة المركزية
 D : المسافة الشاغرة بين الحاجز والشاشة
 لدينا: $\tan \theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$

θ ج صغير $\Rightarrow \tan \theta \approx \theta (rad)$

وبالتالي: $\theta = \frac{L}{2D}$ ومن العلاقتين (I) و (II) نتحقق العلاقة التالية بحسب النسبة لوسط انتشار

$$\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$$

3- سرعة انتشار الضوء في وسط مادي شفاف - معامل الانكسار

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

تنتشر الموجات الضوئية في الفراغ كباقي الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة c ؛

وتنتشر في وسط مادي بسرعة $v < c$

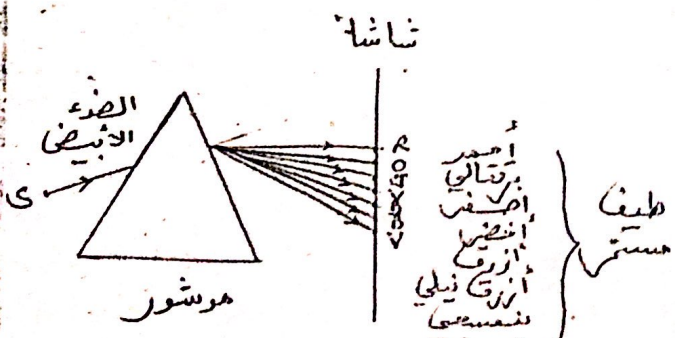
نعرف معامل الانكسار n لوسط شفاف بالنسبة لعدد أمادي اللون بالعلاقة: $n = \frac{c}{v}$ وهو مقدار بدون وحدة

و $n > 1$ بالنسبة للهواء: $n \approx 1$ $\Rightarrow v \approx c$

2- تبعد الضوء الأبيض بواسطة موشور

1-2- الانزياح القوسي

عند ما نرسل حزمة ضوئية من منبع للضوء الأبيض على موشور نلاحظ على الشاشة بقعة ضوئية ملونة من عدة ألوان تسمى بطيف المستمر للضوء الأبيض وتسمى الظاهرة بتباعد الضوء



6

عند ما نحجب جميع الأطوار المكونة للطيف المستمر ثم نحقق بفقود واحد ورسالة على موسور
أنه لا يتبدد نقول أنه ضوء أحادي اللون
نقول كل ضوء أحادي اللون مبروج ضوءية أحادية اللون متوالية وجيبية تتعينا
بتردداتها وبسرعتها التي تتعلقت بطبيعة الوسط
تجيب طول الموجة λ لدرجة أحادية اللون في الفراغ مرا

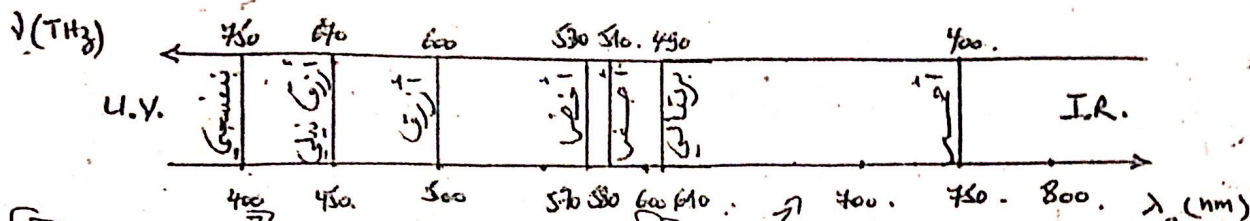
$$\lambda_0 = cT = \frac{c}{\nu}$$

$$\lambda = vT = \frac{v}{\nu}$$

يتعلقت طول الموجة بالضوء أحادي اللون تردده ν بوسط الانتشار

3-2- مجال الموجات الضوئية المرئية

المجال المرئي هو مجال الموجات الضوئية ذات أطوال الموجات المحصور بين $0.4 \mu m$ و $0.8 \mu m$ ويحده
باليسى غير مرئى : الأشعة تحت الحمراء (IR) والأشعة فوق البنفسجية (U.V.)



تتعلقت التردد ν (أو T) لموجة ضوئية بلونها بينما يتعلقت طول موجتها λ بوسط الانتشار
3- تأثير لوني الضوء على معامل الانكسار

زاوية الانحراف

- عند نقطة الورد I :

قانون انكسار الأول :

$$\sin i = n \sin r$$

- عند نقطة الورد I :

قانون انكسار الثاني :

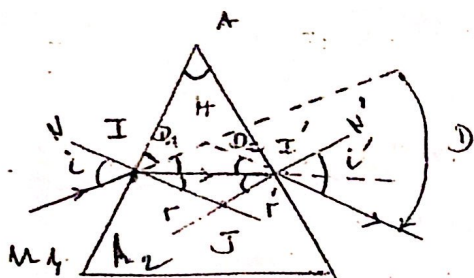
$$n \sin r' = \sin i'$$

منه بسا : نجيب المثلث (AII')

- الانحراف الأول : $D_1 = i - r$

- الانحراف الثاني : $D_2 = i' - r'$

- زاوية الانحراف D : $D = D_1 + D_2$



$$A = r + r'$$

$$\Leftarrow A + \left(\frac{\pi}{2} - r\right) + \left(\frac{\pi}{2} - r'\right) = \pi$$

$$D = i + i' - (r + r') \Leftarrow D = i - r + i' - r'$$

$$\boxed{D = i + i' - A}$$

ملحوظة : عند تبدد الضوء الأبيض بواسطة مرشحات زوايا الانحراف D لضوء أحادي اللون
هو الأحمر إلى البنفسجي :

$$D_v > D_{\text{blue}} > D_{\text{green}} > D_{\text{yellow}} > D_{\text{orange}} > D_{\text{red}}$$

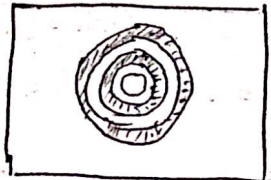
الموجة الضوئية

I. الطبيعة الموجية للضوء

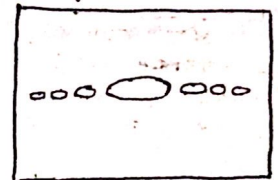
① حيود الضوء : نعلم أن الضوء ينتشر وفق أسعة ضوئية مستقيمة حيث نتكلم عن مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء

لكن هذا المبدأ لا يتحقق عندما نعرض شعاعاً ضوئياً بواسطة حاجز به فتحة أو شق أو حتى عندما نعرضه بواسطة سلك أو شعرة حيث نشاهد :

بقع دائرية
مضيئة وأخرى
مظلمة



بقعة مركزية مضيئة (أكبر من الشق)
تتخللها من الجانبين بقع مضيئة
ومظلمة



يتصرف الشق أو الثقب كمصدر وهمي ضوئي و نتكلم عن ظاهرة "حيود الضوء" وهذا التصرف لا يحدث إلا للموجات

لذلك نعتبر الضوء كموجة وحسب فرضية Fresnel فالضوء عبارة عن موجة كهرومغناطيسية ينتشر في جميع الأوساط الشفافة (بما فيها الفراغ)
② خصائص الموجة الضوئية : شأن شأن كل الموجات فالضوء موجة لها

تردد ν دور $T = \frac{1}{\nu}$ وطول موجة λ وسرعته مرتبطة بالطبيعة وسط الانتشار

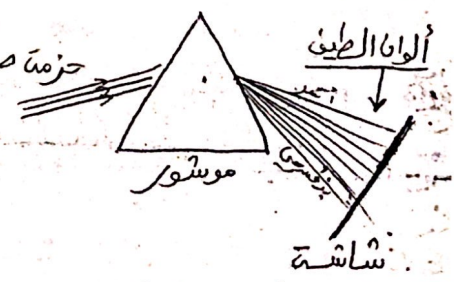
سرعة الضوء في الفراغ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ لهذا فكل وسط نسيره يتعامل انكسار n خاص به

حيث $n = \frac{c}{v}$ سرعة الضوء في الوسط المعني

c : أكبر قيمة سرعة موجودة في الكون

③ تبند الضوء :

* عندما يجتاز الضوء الأبيض الموشور يتبند لبعضنا ما يسمى بطيف الضوء المرئي والذي يتشكل من سبعة ألوان أساسية : الأحمر - البرتقالي - الأصفر - الأخضر - الأزرق - النيلي - البنفسجي
* الضوء الأحادي اللون لا يتبند عند اجتياز لموشور

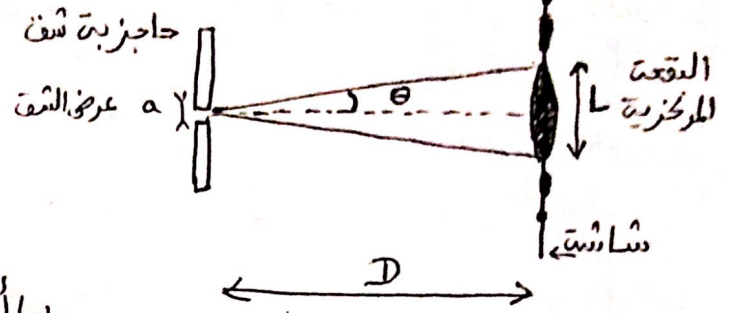


* طيف الضوء المرئي (الذي تراه عين الإنسان) ينحصر في الموجات الضوئية ذات طول الموجة بحيث $400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$

يرتبط لون الضوء بالتردد ν الذي لا يتغير ولا يتعلق $\lambda = \frac{c}{\nu}$ $3.5 \cdot 10^{14} \text{ Hz} < \nu < 7.5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

ملحوظة : حيود الموجة الضوئية يكون أكثر وضوحاً كلما كان عرض الشق أصغر وكلما كان طول الموجة λ أكبر

II الفزق الزاوي



خلال حيود موجة ضوئية
يكون الفزق الزاوي هو

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad (m)$$

$$\tan \theta = \frac{\frac{\lambda}{2}}{D} = \frac{\lambda}{2D}$$

ولدينا

$$\tan \theta \approx \theta$$

$$\frac{\lambda}{2D} = \frac{\lambda}{a}$$

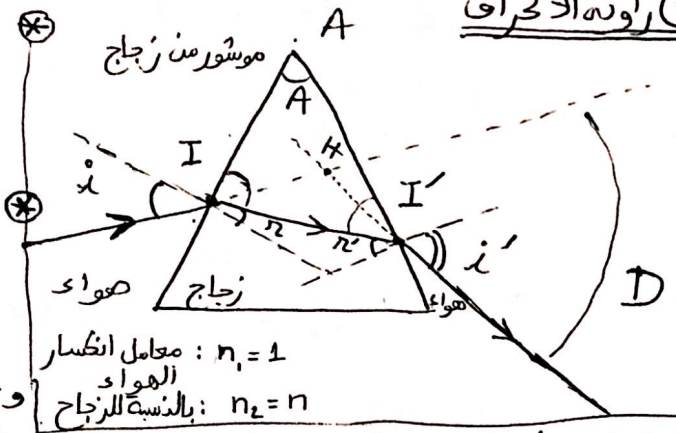
وبما أن θ صغيرة
فإن

أي

الخرف

III دراسة مبدد الضوء بواسطة موشور

① زاوية الانحراف



معامل انكسار الهواء: $n_1 = 1$
بالنسبة للزجاج: $n_2 = n$

في المثلث $AI I'$ حيث مجموع قيم الزوايا هو π نجد

$$\hat{A} = r + r' \quad (2)$$

$$\hat{A} + \hat{AII'} + \hat{I'I'A} = \pi$$

$$\hat{A} + \frac{\pi}{2} - r + \frac{\pi}{2} - r' = \pi$$

ومن هنا نجد العلاقة (2)

زاوية الانحراف: $D = D_1 + D_2$

ينحرف الشعاع أول مرة بزاوية $D_1 = \hat{HII'} = i - r$

ثم ثاني مرة بزاوية $D_2 = \hat{H'I'I} = i' - r'$

أي $D = i - r + i' - r' = i + i' - (r + r')$

$$D = i + i' - \hat{A} \quad (3)$$

ارتباط معامل الانكسار n بتردد

الموجة الضوئية يتسبب في ظاهرة

تبدد الضوء لذلك يتبدد الضوء الأبيض

تبدد الضوء الأحادي اللون عند اجتيازه لموشور

يترد شعاع ضوئي أحادي اللون على حرف

موشور بزاوية ورود i فينبثق

بزاوية انبثاق r

ينكسر الشعاع مرتين:

- على مستوى النقطة I (وجود حد فاصل بين وسطين)

- وعلى مستوى النقطة I' (وجود حد فاصل بين وسطين)

وحسب قانون ديكارت الثاني لدينا:

$$\sin i = n \sin r$$

$$n \sin r' = \sin i'$$

ملحوظة: يتضح حسب العلاقات (1) و (3)

أن الزاوية i' مرتبطة بالمعامل n

و D مرتبطة بـ i'

أي أن الزاوية D تتعلق بمعامل الانكسار n

وبما أن الموجات الضوئية ذات الترددات المختلفة

لها انحرافات مختلفة فإن لكل شعاع أحادي اللون

معامل انكسار n خاص به في الزجاج

$n = \frac{c}{v}$: سرعة الموجة مرتبطة بالمعامل n

وبما أن n مرتبطة بتردد الموجة فإن

السرعة أيضا مرتبطة بتردد الموجة وبالتالي

فرجاج الموشور وسط مبدد للضوء.

التحولات النووية التلقائية

I مكونات النواة :

تتكون النواة من :
 - بروتونات
 - نيوترونات
 نوَّيَّات
 عدد البروتونات نرمز له بـ Z عدد النيوترونات نرمز له بـ N
 عدد النيوترونات
 عدد النيوترونات نرمز له بـ N
 $A = Z + N$
 مثال : نواة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$
 عدد البروتونات 2
 عدد النيوترونات 2

ونُعَيِّل كل نواة بالرمز X
 عدد الكتلة : A
 العدد الذري : Z
 نرمز للبروتون بـ $({}^1_1\text{p})$ كتلته $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ وسُكُنَتْه $+e = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 النيوترون بـ $({}^1_0\text{n})$ كتلته $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ وليست له سُكُنَتْه
 ($m_p \approx m_n$)
 (كتلة النواة $M \approx A m_p$)

II النوية النظائر

النوية هي عبارة عن نواة تميَّز بعدد مُعيَّن من النيوترونات ومن البروتونات أي
 تميَّز بقيمتين A و Z ثابتتين .

مثال : ${}^{12}_6\text{C}$ و ${}^{14}_6\text{C}$ نويدتين مُختلفتين لعنصر الكربون
 نظائر

النظائر هي نويدات لها نفس العدد Z وتختلف عن حيث العدد A
 ملحوظة : في الطبيعة تتواجد العناصر (النويدات) حسب وفارتها الطبيعية θ_i

حيث $m = \sum m_i \theta_i$ كتلة العنصر
 مثال :
 $m_{(O)} = (99,7 \times 16) + (0,037 \times 17) + (0,2 \times 18)$
 $m_{(O)} \approx 16, \dots$

النظير	النظير	النظير	الوكسجين
${}^{16}_8\text{O}$	${}^{17}_8\text{O}$	${}^{18}_8\text{O}$	
99,759	0,037	0,204	الوفرة الطبيعية %

III كثافة المادة النووية : تركيز أغلبية كتلة المادة في النواة

* إذا مثلنا النواة بكرة صغيرة شعاعها r . تجريبيا أُبرزت الدراسات أن
 $r = r_0 A^{1/3}$ عدد الكتلة : A
 $r_0 = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

و هكذا نستطيع تحديد الكتلة العجمية للنواة :
 $\rho = \frac{A m_p}{\frac{4}{3} \pi r^3} = \frac{3 m_p}{4 \pi r_0^3} \Rightarrow \rho = 2 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3 = 2 \cdot 10^8 \text{ tonnes/cm}^3$
 200 مليون طن في كل cm^3 ← المادة النووية كثيفة جدًا

IV الأشعرة الإشعاعية : (1896 م مولد الفيزياء النووية)

الاشعاع الإشعاعي أو الإشعاع هو تفتت طبيعي (غير مُرتقب) لنواة غير مستقرة تتولد عنه نواة أكثر استقرارًا وتُرَدِّدُ إشعاع (قائمة أو موجات)
 (1) مفهوم استقرار النواة : النويدات الاشعاعية تتفتت بغير مستقرة وعندما تنفقت يُدعى عدد كتلتها A وعدد شحنتها Z بالاشعاع

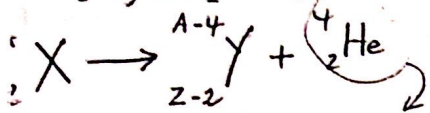
قانون الاضمحلال (قانون سودي 5000)

خلال تحول نووي يتحقق ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z_1}^{A_1}Y + {}_{Z_2}^{A_2}P$

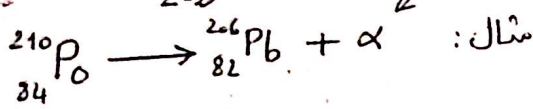
$$Z = Z_1 + Z_2 +$$

$$A = A_1 + A_2 +$$

+ تنخفض الطاقة
+ تنخفض كمية الحركة



④ النشاط الإشعاعي α : انبعاث لأتوية ${}_2^4He$:

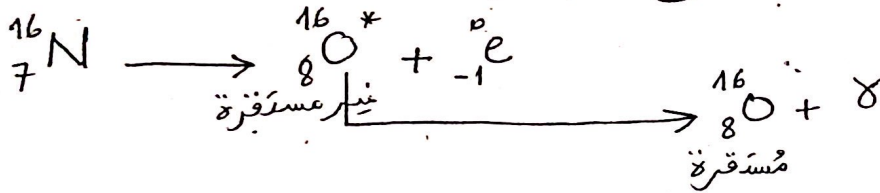


نفتت نووي طبيعي وتلقائي يحدث في الغالب للأتوية الثقيلة $A > 200$

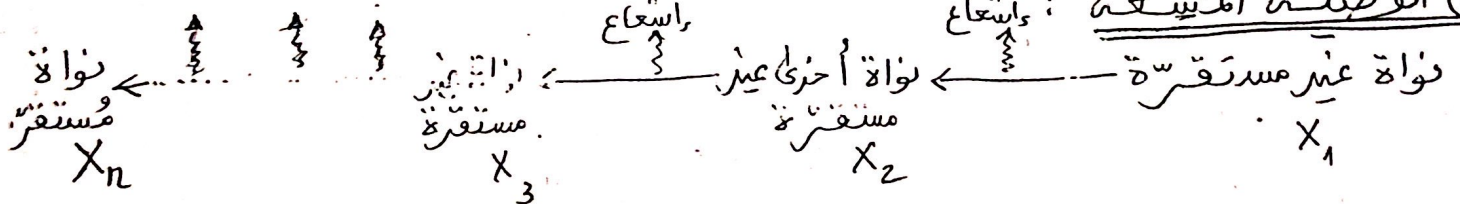
⑤ النشاط β^- : تنبعث خلاله إلكترونات (${}_1^0e^-$) وهذا ناتج عن تحول (${}_1^0n \rightarrow {}_1^1p + {}_1^0e^-$)

⑥ النشاط β^+ : تنبعث خلاله بوزيتونات (${}_1^0e^+$) " " (${}_1^1p \rightarrow {}_1^0n + {}_1^0e^+$)

⑦ النشاط γ وهو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية (لها طاقة كبيرة) تنصدرها نواة متولدة (عن أحد الإشعاعات α أو β^+ أو β^-) غير مستقرة (في حالة إثارة) بحيث تدخل في من فائض الطاقة وتفقد إثارتها وتصبح مستقرة

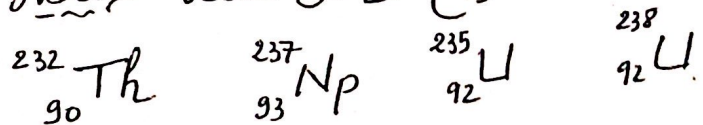
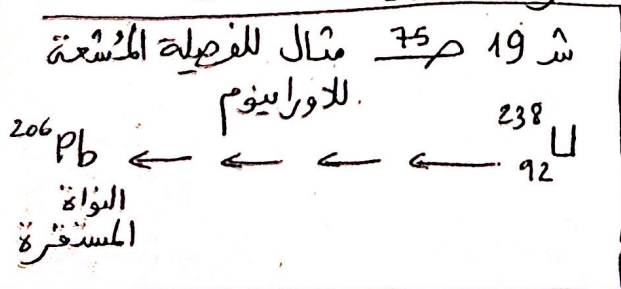


⑧ الفصيلة المشعة : الإشعاع



تشكل هذه المجموعة من النوى ما يُسمى بالفصيلة المشعة $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$

في الطبيعة توجد أربع فصائل مشعة طبيعية نذكر من النويدات التالية



التناقص الإشعاعي

VII التناقص الإشعاعي

(1) حركة التفاعلات النووية

النشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية، حيث أنه لا يمكن التنبؤ بالكمية التي سيبدأ فيها تفتت النوى، لكن من الممكن أن نأخذ في دراسة إحصائية قد تعطينا فكرة على التطور الزمني لحوال النوى الممتعة. هذه الدراسة تلخص قانوناً إحصائياً يسمى بقانون التناقص الإشعاعي.

(2) قانون التناقص الإشعاعي

خلال تفتت عينة من N_0 نوية (عند $t=0$) فإن عدد النويات غير المتفتتة (المتبقية) هو N كدالة بالعلاقة:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}$$

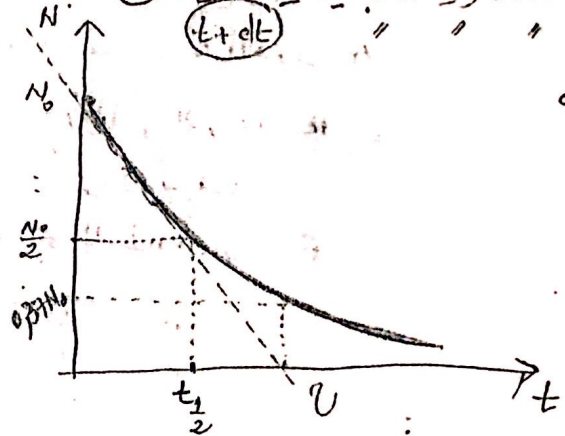
λ : ثابت الإشعاعية.

$N(t)$ عدد النوية المتبقية في اللحظة t .

$(t + dt)$

$N(t) + dN$

$dN < 0$.



$N(t)$ عدد النوية المتبقية في اللحظة t .
 $dN(t)$ عدد النوية المتفتتة في المدة dt .
 تبرز التجارب أن عدد النوية المتفتتة خلال الزمن يتناسب مع عدد النوية المتبقية.

$$\left. \begin{aligned} -\frac{dN(t)}{dt} &= \lambda N(t) \\ \frac{dN(t)}{N(t)} &= -\lambda dt \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \frac{dN}{dt} + \lambda N &= 0 \\ \text{معادلة تفاضلية} \end{aligned}$$

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

وحل هذه المعادلة التفاضلية يكتب على شكل

(3) تعريف: ثابت النشاط - ثابت الزمن - عمر النصف

λ : ثابت النشاط (تميز سرعة النوية)

$\tau = \frac{1}{\lambda}$: ثابت الزمن

$t_{1/2}$: عمر النصف وهو المدة الزمنية اللازمة لتفتت

نصف عدد النويات الأصلي $(\frac{N_0}{2})$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

عند اللحظة $t = \tau$ لدينا

$$N(\tau) = N_0 e^{-\frac{\tau}{\tau}} = \frac{N_0}{e}$$

$$N(\tau) = 0,37 N_0$$

عند اللحظة $t = \tau$ يكون:

عدد النويات المتبقية يمثل 37% من العدد الأصلي

عدد النويات المتفتتة " 63% من العدد الأصلي

تمثل قيمة المعامل الموجه $\frac{dN}{dt} = -\frac{N_0}{\tau}$!

المستقيم المماس للمنحنى $N = f(t)$ عند $t=0$.



$$\left(\text{استقاق} \right) \frac{dN}{dt} = -\frac{N_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\left| \frac{dN}{dt} \right| = -\frac{N_0}{\tau}$$

4)

عند اللحظة $t = t_{1/2}$

لدينا : $\left. \begin{array}{l} \text{عدد النوى المبدئية} \\ \text{عدد النوى المتبقية} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{N_0}{2} \\ \frac{N_0}{2} \end{array}$

و حسب العلاقة $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ فإن $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

أمثلة 24 ص 76

١٤) نشاط عينة مشعة

تعريف نشاط عينة بالعلاقة :

$$a(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\begin{array}{l} a(t) = \lambda N(t) \\ a_0 = \lambda N_0 \end{array}$$

$$a(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$$

عدد النوى المبدئية في الثانية

وبالتالي فإن

$$a(t) = a_0 e^{-\lambda t}$$

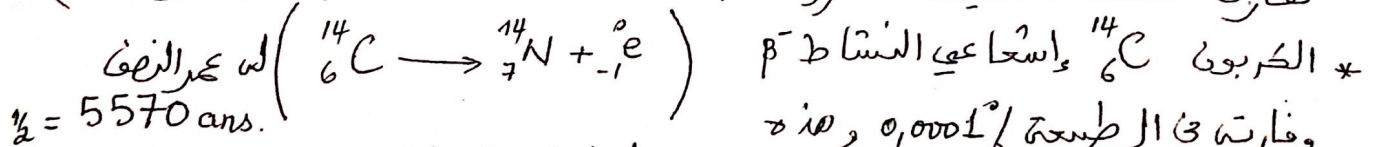
نقيس النشاط الإشعاعي بواسطة جهاز يسمى عداد جيجر Geiger

- وحدة $a(t)$ هي البيكريل Bq : 1 Bq يمثل تفككاً واحداً في الثانية
هناك وحدة أخرى وهي الكوري $1 \text{ Ci} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

VIII تطبيقات

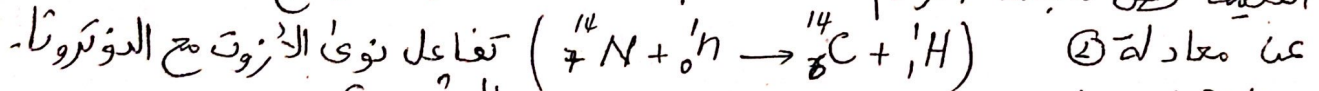
التأريخ بالنشاط الإشعاعي :

نقارن نشاط العينة المدروسة بنشاط عينة "ساهدة" (من نفس النوع)



وفارته في الطبيعة $1/10,000$ وهذه

العينة تظل ثابتة ، فرغم تفككه حسب المعادلة ① فإنه يندرج



كل الكائنات الحية تتوفر على نفس النسبة من $^{14}_6\text{C}$ الشمسية

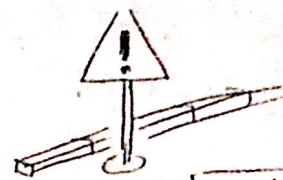
لكن عند موتها تتناقص هذه النسبة حسب قانون التناقص الإشعاعي $a(t) = a_0 e^{-\lambda t}$

إذن $t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{a(t)}{a_0}$ * نقيس $a(t)$ بالنسبة لـ 1 g (مثلاً) من عينة مدروسة

* نقيس a_0 بالنسبة لـ 1 g من عينة ساهدة (حال

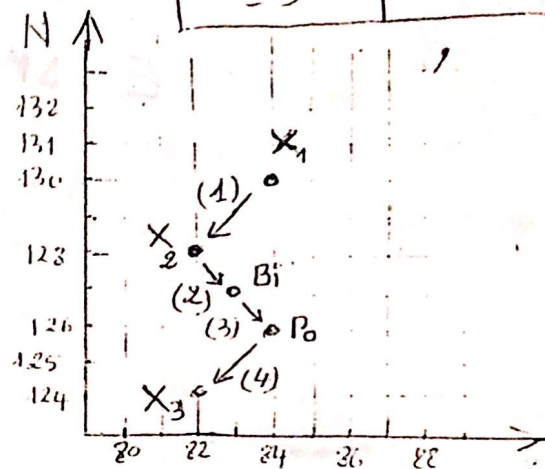
و نستخدم t

ملحوظة : التأريخ بـ $^{14}_6\text{C}$ يستخدم فقط بالنسبة للعينات التي يكون عمرها أقل من 40000



فرضي مسرورس في مادتي الفيزياء والكيمياء

- [1] إعط رتبت النشاط الإشعاعي وحدد أضافه
- [2] تفتت النويدات X_1 لتعطي نويدة X_2 أكثر استقراراً، أكتب معادلة هذا التفتت وحدد رمز النويدات X_1 و X_2 وطبيعة الإشعاع (1)
- [3] حدد أضاف الأنشطة الإشعاعية خلال التفتتات 2, 3, 4
- [4] أكتب معادلة التفتت (4) وحدد رمز X_3
- [5] أوجد المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف عدد نوى $^{84}_{48}\text{Po}$ علماً أن التابتة الإشعاعية لهذه النويدات هي $\lambda = 5.8 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$



المعريين II

- [1] أكتب معادلة هذا التفتت $^{137}_{55}\text{Cs}$ إشعاعية النشاط β^-
 - [2] أكتب عدد النوى الأصلية الموجودة في عينة من 1g من السيزيوم
 - [3] عيّن عن النشاط الإشعاعي وعرفه ثم أكتب قيمته والنسبة لهذه النواة عند اللحظة $t=0$ وقيمه بعد مرور 3 أشهر
- نشاطية: $\lambda = 2.3 \cdot 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$ $M(\text{Cs}) = 137 \text{ g/mol}$

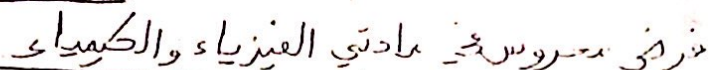
238	232	226	222	210	206	209	207	137	135	131	127	122
U	Th	Ra	Rn	At	Po	Bi	Pb	Ba	Cs	Xe	I	Sb
92	90	88	86	85	84	83	82	56	55	54	53	51

الكيمياء: تؤخذ أيونات الأوكسو H_3O^+ على فلز الزنك Zn فتتحلل على أيونات Zn^{2+} وتصادل غاز H_2

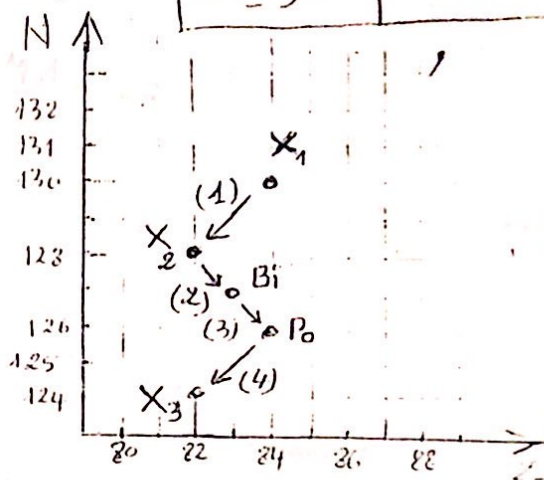
- [1] أكتب معادلة التفاعل الكيميائي ثم أكتب كمية المادة البدئية لكل من المتفاعلين علماً أننا استعملنا 0.5g من الزنك و $V=75 \text{ ml}$ من محلول حمضي لتركيزه $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.4 \text{ mol/l}$ عند لحظة $t=0$

- [2] أذكر الجدول الوصفي وحدد قيمة التقدم القوي α_{max} والمتفاعل المحدد
- [3] باعتبار غاز كاسل بيت أن $\alpha = \alpha_{\text{max}} \cdot \frac{P_{\text{H}_2(t)}}{P_{\text{H}_2(\text{max})}}$: قو الغاز H_2 عند لحظة t
- [4] أكتب تعبير السرعة الكيميائية للتفاعل بدلالة الضغط $P_{\text{H}_2(t)}$

$$M(\text{Zn}) = 65.4 \text{ g/mol}$$



المرتب I



[1] إعطى تردد الشطاط الإشعاعي وحدد أضافه
 [2] تفتت النوية X_1 لتعطى نوية X_2 أكثر
 استقراراً ، أكتب معادلة هذه التفتت وحدد
 رمز النوية X_1 و X_2 وطبيعة الإشعاع (1)
 [3] حدد أضاف الأنشطة الإشعاعية خلال
 التفتتات 2, 3, 4
 [4] أكتب معادلة التفتت (4) وحدد رمز X_3
 [5] أوجد المدة الزمنية اللازمة لتفتت
 نصف عدد نوى ^{84}Po علماً أن التابطة الإشعاعية
 لهذه النوية هي $5.8 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$

II الدمريين

البيزوتيم 137 (C¹³⁷₅₅)، إشتاع على النشيط β^-

1] اكتب معادلة هذا التفتت [2] احسب عدد النوى الأصلية الموجودة في عينة من 1g من السيزيوم [3] عبّر عن النشاط الاندفاعي وعرفه ثم احس قيمته والنسبة لهذه النواة عند اللحظة $t=0$ وقيمته بعد مرور 3 أشهر
 نشاطية: $\lambda = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ans}^{-1}$ $M(\text{Cs}) = 137 \text{g/mol}$

²³⁸ ₉₂ U	²³² ₉₀ Th	²²⁶ ₈₈ Ra	²²² ₈₆ Rn	²¹⁰ ₈₅ At	²⁰⁹ ₈₄ Po	²⁰⁹ ₈₃ Bi	²⁰⁷ ₈₂ Pb	¹³⁷ ₅₆ Ba	¹³³ ₅₅ Cs	¹³¹ ₅₄ Xe	¹²⁷ ₅₃ I	¹²² ₅₁ Sb	$\frac{1}{2} \frac{1}{2}$
--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------

الكيمياء
تؤثر أيونات الأوكسوجين H_3O^+ على فلز الزنك Zn فتحصل على
أيونات Zn^{2+} وتصلب لـ H_2

1] أكتب معادلة التفاعل الكيميائي ثم أحسب كمية المادة البدئية لكل من المتفاعلين عنها أدنا استخدمنا 0.5g من الزنك و $V=75\text{ ml}$ من محلول حمضي لدرجة حموضة $[H_3O^+] = 0.4\text{ mol/l}$ عند لحظة $t = 0$.

(3) باعتبار H_2 غاز كامل. بين أن $\alpha = \alpha_{max} \frac{P_{(H_2)}(t)}{P_{(H_2)_{max}}}$ α_{max} القصوى α والمفاعل المحكم.

(II) كدب بتعبير السرعة الميكنية للتفاعل بدلالة الضغط

$M(Zn) = 65,4 \text{ g/mol}$

I مقياس النواة

(1) النقص الكتلي والطاقة الخاصة بالربط (طاقة الربط E_l)

أظهرت التجارب أن كتلة النواة تكون دائماً أصغر من كتلة مجموع النويات المكونة لها. ويُعزى هذا الفرق إلى طاقة تماسك النواة أو ما

نسميها غالباً طاقة الربط E_l Energie de liaison

الفرق بين كتلة النواة وبين مجموع كتل نوياتها

هو النقص الكتلي $\Delta m = Zm_p + (A-Z)m_n - m_{(X)}$

$\Delta m > 0$

$\Delta m = 2m_p + 2m_n - m_{(He)} \\ \Delta m = 6,695 \cdot 10^{-27} - 6,644 \cdot 10^{-27}$

مثال: النقص الكتلي لنواة الهيليوم $\Delta m = 5,052 \cdot 10^{-29} \text{ Kg}$

(2) طاقة الربط: تمكنت الميكانيك النسبوية (أينشتاين 1905)

$\Delta E = \Delta m C^2$
(ج) كج m^2/s^2

من تحديد التكافؤ بين الكتلة والطاقة

(كل تغير في كتلة مجموعة يُقابل به تغير في الطاقة المتبادلة مع الوسط الخارجي)

هي طاقة الربط لنواة ${}^A_Z X$ وهي تمثل الطاقة التي يجب توفيرها للنواة (وهي في حالة سكون) لفصل نوياتها

$E_l = \Delta m C^2$

(3) وحدات الكتلة والطاقة: كتل النوى وكتل النويات صغيرة جداً

لذلك إرتضى العلماء تخصيص وحدة ملائمة تسمى بـ وحدة الكتلة الذرية $1 \mu = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ (تُعبر عن $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون ${}^{12}_6 C$ كما خصصوا أيضاً الإلكترون - فولط (e.v) كوحدة للطاقة (الطاقة الكهربائية) $1 \text{ e.v} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ وبذلك تكون الطاقة المكافئة لـ 1μ هي

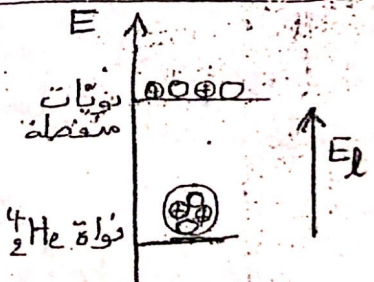
$E = 1,66054 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 1492,42 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

$E = 931,5 \text{ M.e.v}$

مثال: بالنسبة لنواة الهيليوم ${}^4_2 He$
 $E_l = \Delta m C^2 = 5,052 \cdot 10^{-29} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 4,55 \cdot 10^{-12} \text{ J}$

$E_l = \frac{4,55 \cdot 10^{-12}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,84 \cdot 10^7 \text{ e.v} = 28,4 \text{ M.e.v}$

$E_l > 0$

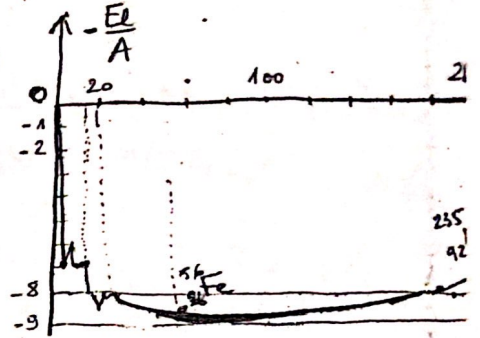


طاقة أقل ← حالة أكثر استقرار
فصل النويات يتطلب طاقة $\Delta E = E_l$

(4) طاقة الربط بالنسبة لنوية - معنى أسطون

E_b هي طاقة الربط لنواة ${}^A_ZX$
 $\frac{E_b}{A}$ هي طاقة الربط بالنسبة لكل نوية
 $E_b = \frac{E_{\text{total}}}{A}$
 نزع طاقة الربط لنوية بـ E_b
 كلما كانت النواة أكثر استقراراً
 كلما كانت النواة أكثر استقراراً
 مثال: $E_b({}^4_2\text{He}) = \frac{E_b({}^4_2\text{He})}{4} = 7.1 \text{ MeV/nucleon}$
 $E_b({}^4_2\text{He}) = \frac{28.4}{4} = 7.1 \text{ MeV/nucleon}$

منحنى أسطون يمثل تغيرات (ع) بدلالة عدد النويات (A)



(*) النوى الأكثر استقراراً لها قيم دنيا لـ $\frac{E_b}{A}$ في حدود 8 MeV/nucleon وهي بالنسبة لـ $195 \leq A \leq 20$

(*) نواة الحديد ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ هي الأكثر استقراراً (يوجد الحديد بمويرة في الطبيعة) بالنسبة للنوى التي لها $A > 195$ وهي غير مستقرة

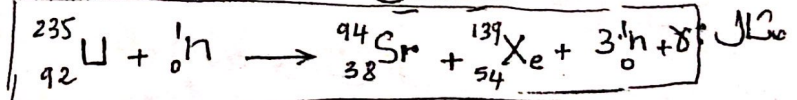
وبإمكانها أن تنشط في التفاعلات النووية الخفيفة أو الثقيلة بالنسبة للنوى التي لها $A < 20$ هي أيضاً غير مستقرة وبإمكانها أن تنشط في التفاعلات النووية الخفيفة أو الثقيلة وتندمج للحصول على نواة أكبر وأكثر استقراراً

الانشطار والاندماج تفاعلات نووية محترقة (يحدث الانسحاب في حدودها)

II الانشطار والاندماج النووي: تعريف

الاندماج: يحدث عندما تندمج نواتين خفيفتين لتشكل نواة أكبر مثال: $4 {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_{-1}\text{e}$ (تفاعل شمسي)

الانشطار: يحدث عندما تقذف نواة سطوة بروتون حراري فتتفكك إلى نواتين خفيفتين



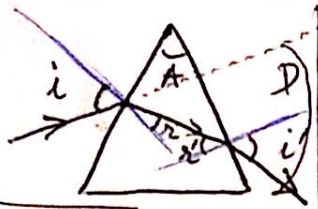
الاندماج والانشطار يحتاجان إلى طاقة كبيرة (درجة حرارة عالية جداً) لذلك يسميها بالتفاعلات النووية الحرارية

ملحوظة: عند قذف نواة ${}^{235}_{92}\text{U}$ بـ بروتون يحدث الانشطار وتنتج عنه 3 بروتونات بإمكانها كل واحد منها أن يصطدم بنواة أخرى مما ينتج عنه بروتونات أخرى وتحدث انشطارات أخرى وهكذا... حيث تتكلم عن تفاعل متسلسل تنتج عنه طاقة كبيرة جداً (قنبلة نووية من نوع A)

وإذا استطعنا التحكم في التفاعلات المتسلسلة بإمكاننا إنتاج طاقة بكيفية منتظمة (في المفاعلات النووية مثلاً)

II المصباح الطاقي لتفاعل نووي

انظر ص 91 و 92
 ${}^2_1\text{H}$ و ${}^3_1\text{H}$ و ${}^4_2\text{He}$ و ${}^1_0\text{n}$
 في المفاعلات النووية (مثلاً)
 مبدأ القنبلة الهيدروجينية يقوم على أساس اندماج خليط من ${}^2_1\text{H}$ و ${}^3_1\text{H}$ لتنتج ${}^4_2\text{He}$ و ${}^1_0\text{n}$
 التفاعل يتطلب طاقة حرارية كبيرة من الممكن توفيرها بقنبلة نوع A



$$\begin{aligned} \hat{A} &= r + r' \\ \sin i &= n \sin r \\ n \sin r' &= \sin i' \\ D &= i + i' - \hat{A} \end{aligned}$$

الفرق الزاوي

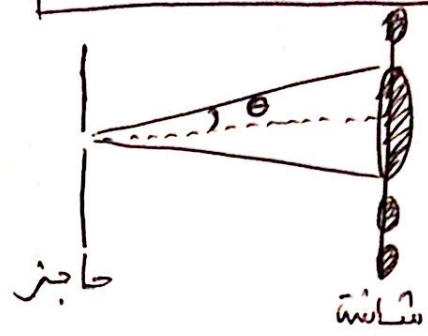
$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

$$\tan \theta \approx \frac{L}{2D}$$

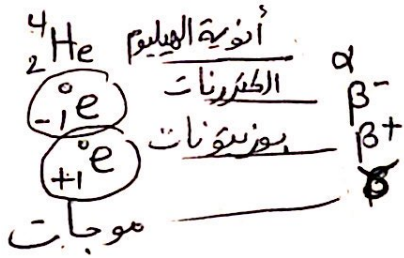
$$\theta \approx \tan \theta$$

$$\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$$

الموجات الضوئية

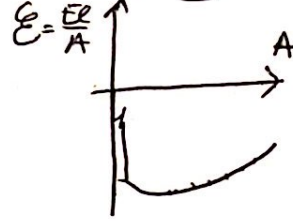


حيود الضوء

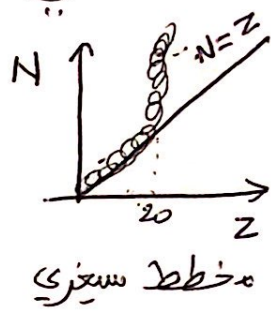


تعريف النشاط الإشعاعي

أنواع الإشعاعات:



النشاط الإشعاعي:



$$\lambda = 3 \text{ ans}^{-1} = \frac{3}{365 \times 24 \times 3600} \text{ s}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 3 \text{ ans} = 3 \times 365 \times 24 \times 3600 \text{ s.}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

$$a = \lambda N$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

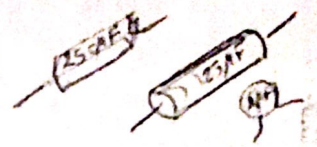
المؤكسد يكتسب إلكترونات خلال تفاعل الاختزال.

الكيمياء

$$N_0 = n N_A$$

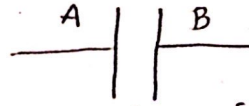
$$N_0 = \frac{m}{M} \cdot 6.02 \cdot 10^{23}$$

المكثف الكهربائي Le Condensateur



قسيمة لا يُد كات هي أول مكثف كهربائي صنع في التاريخ (موسنبروك 1745)
(أول جهاز مكثف من جميع السحن الكهربائية الساكنة)

I تعريف المكثف (1) تعريف
المكثف هو مجموعة مكونة من موصلين (لبوسين) يفصل بينهما عازل اسقططائي
نرمز للمكثف بـ

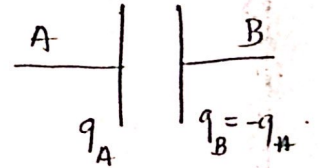


(2) أنواع المكثفات

تختلف المكثفات باختلاف العازل الاسقططائي الذي قد يكون عبارة عن فراغ أو ورق مبأل بالزيت أو مادة كيميائية.

(3) شحنة المكثف

شحنة المكثف هي كمية الكهرباء q التي يتوفر عليها أحد لبوسيه.
إذا كان اللبوس A يحمل شحنة q_A فإن اللبوس B يحمل شحنة $q_B = -q_A$.

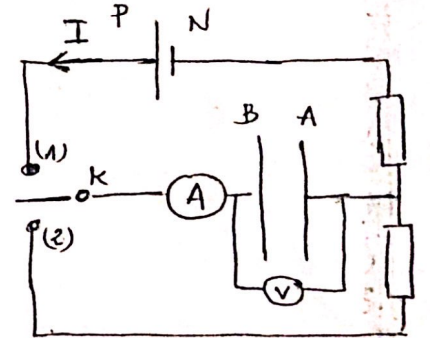


II سحن وتفريغ مكثف

(1) تجربة: إثبات العلاقة بين الشحنة وسعة التيار.

نحجز التركيب التجريبي التالي:

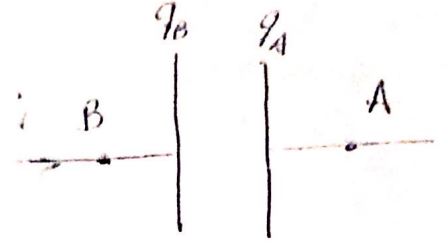
- + نخلق قاطع التيار (الوضع (1) قولا حفظ
- مرور تيار كهربائي في الدارة (1) لفترة وجيزة
- هذا التيار يندم عندما يصبح التوثر $U_{AB} = U_{PN}$
- + وعندما نخلق قاطع التيار (الوضع (2) نلاحظ
- مرور تيار كهربائي في المكثف المعاكس للأول
- هذا التيار يندم عندما يصبح التوثر $U_{AB} = 0$



عندما أغلقنا K على الوضع (1) مرور تيار كهربائي I وانزلت الإلكترونات في المادى المعاكس
لوجود عازل بين اللبوسين تراكم عدد منها على مستوى اللبوس A فشحن سالباً
($q_A < 0$) وأصبح اللبوس B مشحوناً موجباً ($q_B > 0$) ونظراً لتفوق الإلكترونات منه
التيار الكهربائي I يظل سارياً ما دام التوثر U_{AB} لم يصل بعد إلى القيمة U_{PN}
لكن عندما أصبح $U_{AB} = U_{PN}$ لا يستطيع اللبوس A استيعاب المزيد من الإلكترونات

وعندما نغلق K على الوضع (2) يسري تيار التفريغ I (في المذخلة الماكس I) وسرعان ما يعود عند ما يصبح فرق الجهد $V_A - V_B = 0$.

إذا اخترنا المذخلة الموجب التيار كما وضع الشكل



فإنه:

عند شحن المكثف نقرأ قيمة الشحنة q_B بمقدار dq_B خلال المدة dt .

وذلك نحوي شدة التيار $i(t) = \frac{dq_B}{dt}$ $0 < i(t)$

q_B بالكولوم (C)
 t بالثانية (s)
 i بالأمبير (A)

شدة التيار هي كمية الكهرباء التي تهل إلى لبوس المكثف في وحدة الزمن

وعند تفريغ المكثف تنافس قيمة الشحنة q_B

$$i(t) = \frac{dq_B}{dt} < 0.$$

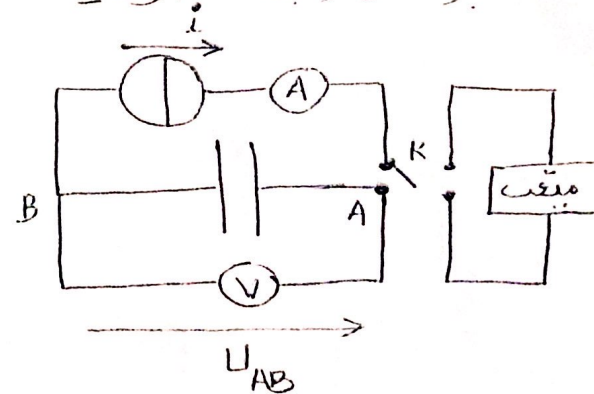
② العلاقة بين الشحنة والتوتر

ننجز التجربة التجريبية التالية:

نستعمل مولداً مؤمناً يفتح تياراً كهربائياً شدته I_0 ثابتة.

نضبط قيمة I_0 بحيث $I_0 = \dots$

نطلق كما طمح التيار K وفي نفس الوقت نستغل المقياس ونسجل النتائج في الجدول التالي.

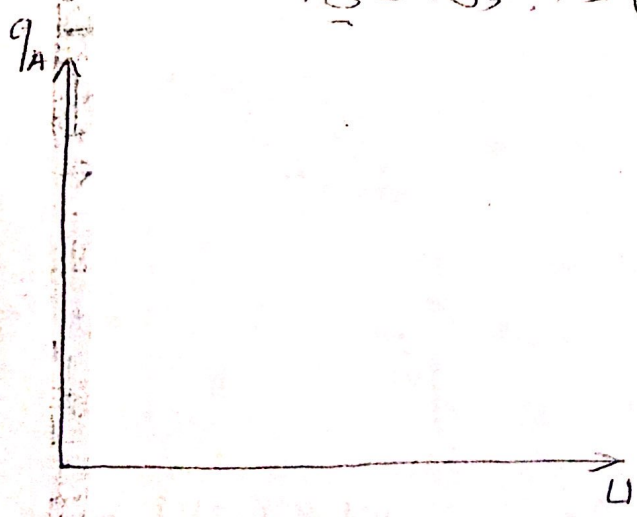


$$q_A = I_0 t.$$

t (s)	0	10	20	25	30	40	50	60
U_{AB} (V)	0							
q_A (μC)								

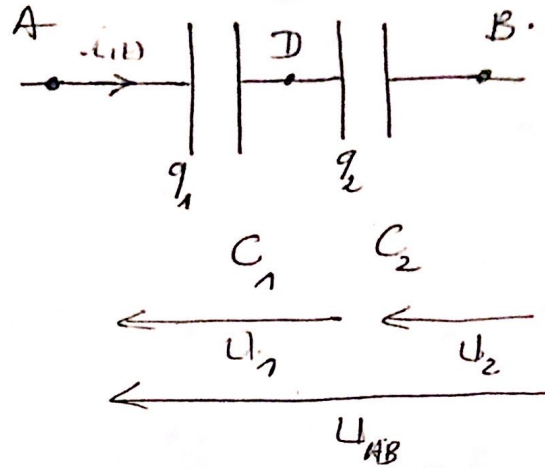
نمثل منحنى تغيرات q بدلالة U_{AB} .

نستنتج إذا كان أن $U_{AB} = \dots$



III جميع المكثفات

① التجميع على التوالي



المكثفان يمرّ فيهما نفس التيار الكهربائي
إذن ستكون لهما نفس الشحنة q
 $q = q_1 = q_2$

لدينا $U_{AB} = U_1 + U_2$

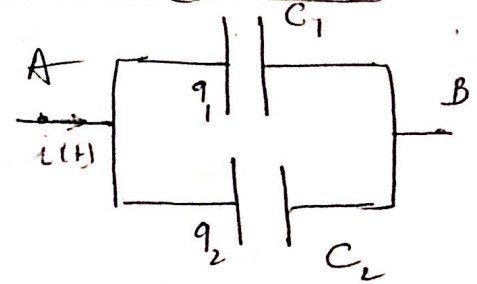
$$U_{AB} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$

$$\frac{q}{C} = q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$

$$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

المكثف المكافئ لتجميع مكثفين على التوالي
سعتها على التوالي C_1 و C_2
هو مكثف أيضا له سعة C بحيث $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

② التجميع على التوازي



التوتر هو نفسه بين مركبي المكثفين

وشدة التيار أي $i(t) = i_1 + i_2$

$$q = q_1 + q_2$$

$$q = C_1 U_{AB} + C_2 U_{AB} = (C_1 + C_2) U_{AB}$$

أي $C U_{AB} = (C_1 + C_2) U_{AB}$

$$\boxed{C = C_1 + C_2}$$

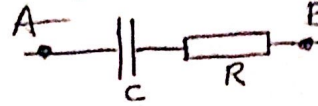
تساوي القطب المطايع لمكثفين
مركبين على التوازي هو أيضًا
مكثف له سعة $C = C_1 + C_2$

ملحوظة: نستعمل التركيب على التوالي للحصول على سعة قيمتها صغيرة مع استعمال
توتر عالٍ قد لا يتحمله مكثف واحد

ونستعمل التركيب على التوازي إذا كان التوتر المطبق ضعيفا ونحن
بحاجة إلى شحنة كبيرة قد لا يوفرها مكثف واحد.

IV استجابة ثنائي القطب RC لرتبة نوثر

نعني بثنائي القطب RC تركيباً يتشكل من مكثف سعته C وموصل أومي مقاومته R

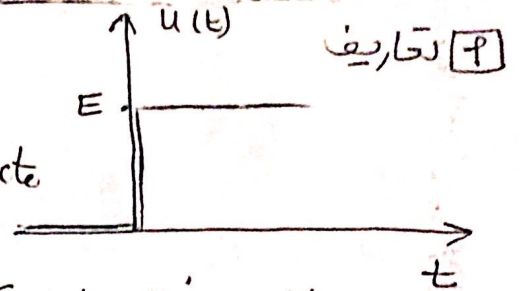


(1) في حالة رتبة صاعدة للنوثر

مع خصائص النوع من التوثرات أن

$$U(t) = 0 \quad \text{بالنسبة لـ } t < 0$$

$$U(t) = E = ct \quad \text{بالنسبة لـ } t > 0$$

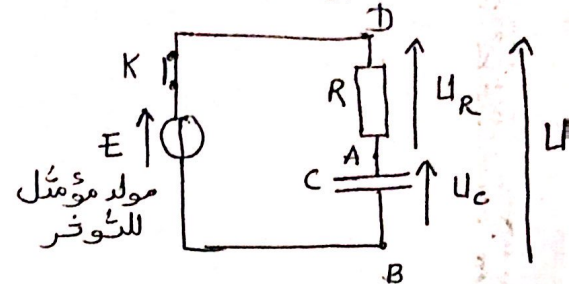


عملياً نحل على رتبة التوثر الصاعدة بواسطة الدارة الكهربائية التالية

إذا كان K مفتوحاً فإن $U = 0$

إذا أُغلق K نظرياً ينتقل

التوثر من الصفر إلى القيمة $U = E$



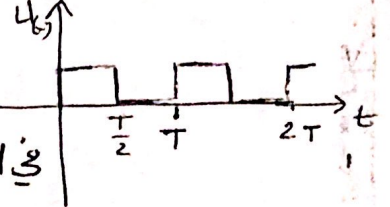
ملحوظة: خلال دراستنا سنستخدم GBF الذي يمتد نوثر مربعاً، بعلمينه بواسطة رسم التذبذب

إذا كان $0 < t < \frac{T}{2}$ $U = E$

$U = 0$

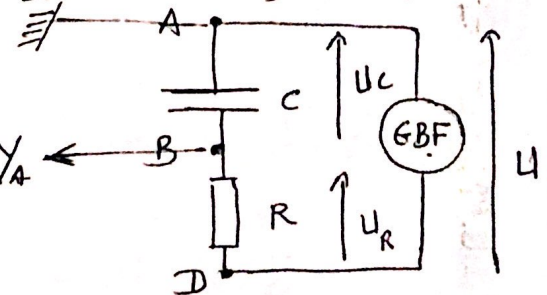
وفي المجال $\frac{T}{2} < t < T$

في المجال الزمني $0 < t < \frac{T}{2}$ يمتدنا GBF نوثرًا قد نصفه كرتبة صاعدة للنوثر

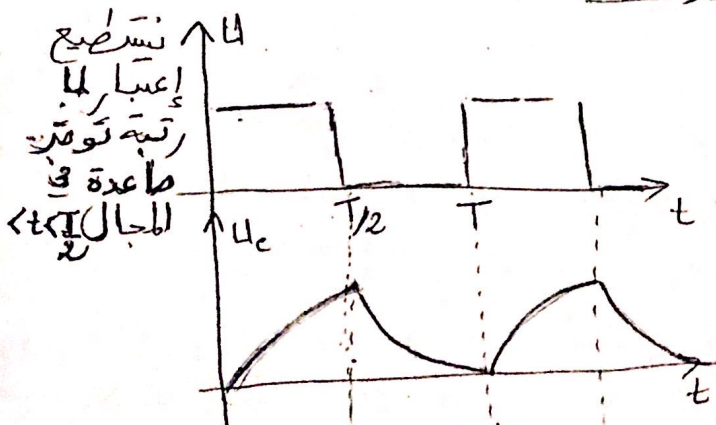


ب. تجربة: استجابة الدارة RC لرتبة نوثر صاعدة:

ننجز التركيب التجريبي التالي:



مدخل رسم التذبذب Y_A



منعني تعبيرات $U(t)$ بدلالة الزمن

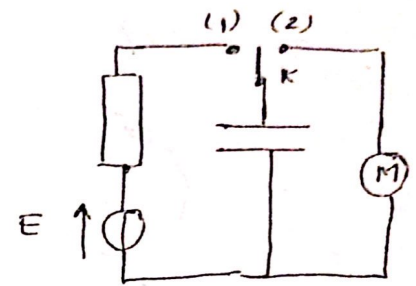
(14)

VI الطاقة المخزنة في مكثف

(1) تجربة

ننجز التركيب التجريبي التالي

نعمل على شحن المكثف (قاطع التيار K في الوضع (1))
ثم نغلق K على الوضع (2) فلاحظ، ماذا يحدث؟
نستنتج، إذن أن المكثف يخزن طاقة كهربائية



(2) تعبير الطاقة المخزنة في مكثف

$$i = C \frac{dU_c}{dt}$$

$$P = C U_c \frac{dU_c}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d(CU_c^2)}{dt}$$

$$P = \frac{d\mathcal{E}}{dt}$$

$$\begin{matrix} U_c = 0 & t=0 \\ U_c(0) = 0 \end{matrix}$$

$$\boxed{\mathcal{E} = \frac{1}{2} C U_c^2}$$

إذن

الطاقة المخزنة في مكثف

لدينا $i = \frac{dq}{dt}$ سعة التيار

$q = C U_c$ شحنة المكثف

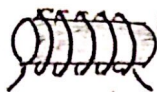
$P = U_c i = \frac{d\mathcal{E}}{dt}$ قدرة المكثف

حيث $\mathcal{E}$: طاقة

المكثف يخزن الطاقة الكهربائية و يمكنه استرجاعها عند الحاجة

I الوسيعة

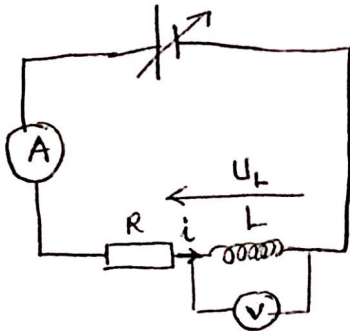
1- تعريف: هي عبارة عن ثنائي قطب يتشكل من جسر أسطواني عازل ملفوف عليه سلك نحاسي (اللفات غير متصلة)



2- التوتر بين مربطي وسيعة.

(4) تجارب وملاحظات

نجز التركيب التجريبي التالي.

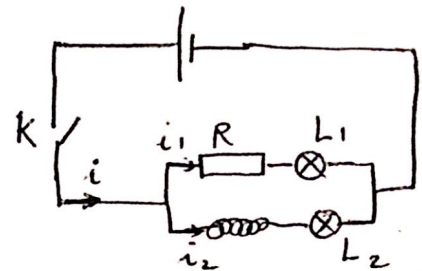


نغير قيم التوتر الذي يمتحه المولد ونقيس في كل مرة شدة التيار المار في الدارة كهربائياً ونسجل النتائج

											$U_L (V)$
											$i (A)$

نلاحظ أن I و U_L يتناسبان تناسباً طردياً أي أن الوسيعة تصرف كموصل أومي اتجاه التيار المستعمر

ومحاولة منا لإيجاد صيغة التوتر U_L بين مربطي الوسيعة. نجرب تجربة تالفة نستعمل فيها التركيب التجريبي التالي.



المصابيح L_1 و L_2 متماثلين

فلاحظ أنه:

- عند إغلاق الدارة يتأخر المصباح L_2 في الاشتعال.
- عند فتح الدارة يتأخر أيضاً في الانطفاء.

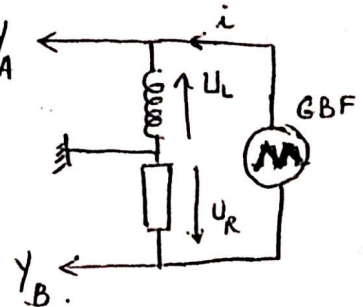
كأن الوسيعة تعاكس كل تغير في شدة التيار من خلال التجربة نستنتج أن:

$$U_L = R i + L \frac{di}{dt}$$

نستنتج إذن أن الوسيعة:

ومحاولة منا لإيجاد صيغة التوتر U_L بين مربطي الوسيعة. نجرب تجربة تالفة

نستعمل فيها التركيب التجريبي التالي.



حيث نستعمل مولداً GBF يمنع تياراً متلباً

ونعاين التوتر U_L بين مربطي الوسيعة

و التوتر $U_R = R i$ بين مربطي الموصل الأومي

(معانية U_R كأنها معانية للتيار i المار في الدارة)

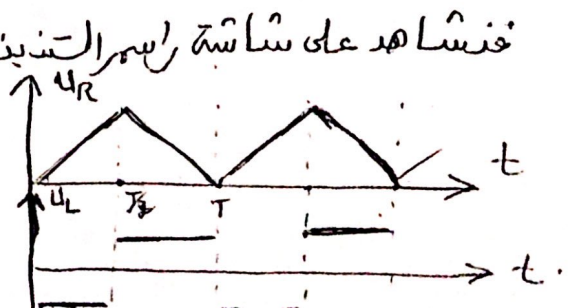
((وذلك بتعريف $\frac{1}{R}$ حيث $-i = \frac{-U_R}{R}$))

فنشاهد على شاشة رسم التذبذب المذبذبات التالية:

في المجال $0 < t < \frac{T}{2}$ نلاحظ أن i عبارة عن

خط مستقيم حيث $U_R = -R i = -a t$

$$U_L = R i + L \frac{di}{dt} = L \frac{di}{dt} = -\frac{L a}{R} = e t$$



(2)

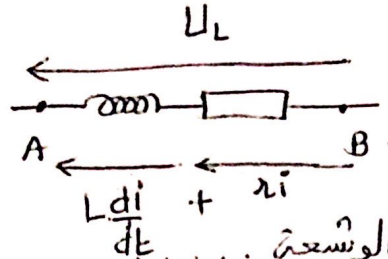
ج) فـلا صـة

بالنسبة لوسيلة دورا نواة (معا حديد) نستطيع أن نكتب تعبير المؤثر U_L بين سرطيهما كالتالي :

$$U_L = r_i + L \frac{di}{dt}$$

الجزء الذي
يقاوم التغير

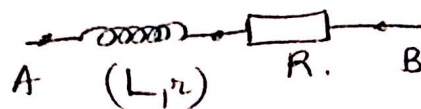
لكن إذا كان التيار مستمرا
عند $i = cte \rightarrow \frac{di}{dt} = 0$
فتصبح $U_L = r_i$ تنصرف بموصل
أرسي



ملحوظة : عند إهمال مقاوم الوشعة ...
(ظاهرة عزط المؤثر)

II ثنائي القطب RL

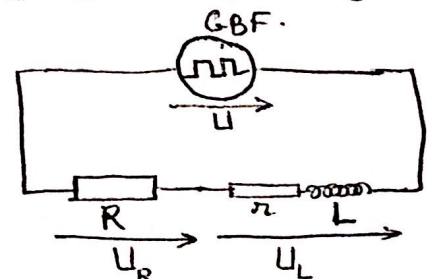
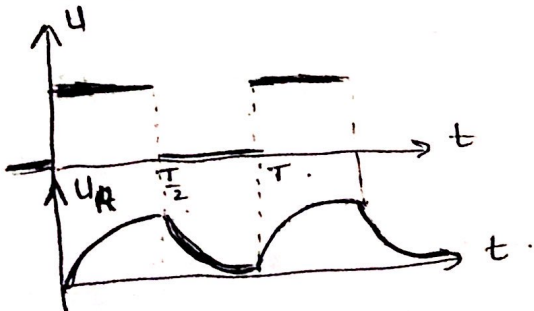
يتكون ثنائي القطب RL من وشعة معامد تحريضها L وموصل أومي مقاومته R مركبين على التوالي



1- استجابة ثنائي القطب RL لركبة صاعدة للمؤثر
نجز التركيب التجريبي التالي :

④ الدراسة التجريبية :

يمنح المولد GBF مؤثرا مربعيا نستطيع أن نعتبره
ركبة صاعدة للمؤثر في المجال $0 < t < \frac{T}{2}$
ونغايين على شاشة راسم السذبذب المؤثرات
 U_L و U_R



حسب قانون إضافة المؤثرات
⑤ الدراسة النظرية :

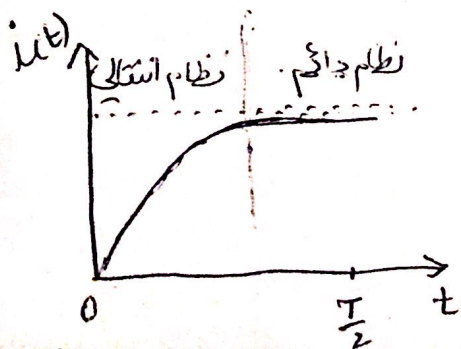
$$U = U_L + R i$$

$$U = L \frac{di}{dt} + (R + r) i$$

$$\frac{E}{R_T} = \tau \frac{di}{dt} + i \quad \tau = \frac{L}{R_T}$$

الاعتماد على الشروط البدئية نجد

$$i(t) = \frac{E}{R_T} (1 - e^{-t/\tau})$$



وهذا ما تحققنا منه
تجريبيا حيث حققنا
على المنحنى $i(t)$
الذي يتضمن نظامين
نظام اتقالي ونظام دائم

(3)

$$u_L = E - Ri = E - R \cdot \frac{E}{R_T} (1 - e^{-t/\tau})$$

$$u_L = E - E(1 - e^{-t/\tau})$$

$$u_L = E e^{-t/\tau}$$

أي

و من

$$i(t) = \frac{E}{R_T} (1 - e^{-t/\tau})$$

$$E = u_L + u_R$$

$$E = u_L + Ri$$

$$R_T \approx R \quad (\tau \text{ صغيرة})$$

التوتر بين عربي الوسيعة خلال
خضوع الدارة RL لرتبة صاعدة للتوتر

ولهذا نلاحظ على شاشة راسم التذبذب المدخلات التالية:

u : (سعر عربي GBF) في المجال $[0, T/2]$: رتبة صاعدة للتوتر

u_L : (بين عربي الوسيعة) رتبة نازلة للتوتر

u_R : (بين عربي الموصل الوسي) : معاينة للشدّة $i(t)$

كما أنها $u_R = Ri$ معاينة للشدّة $i(t)$

خلال خضوع RL لرتبة صاعدة للتوتر:

$$u_L = E e^{-t/\tau}$$

و

$$i(t) = \frac{E}{R_T} (1 - e^{-t/\tau})$$

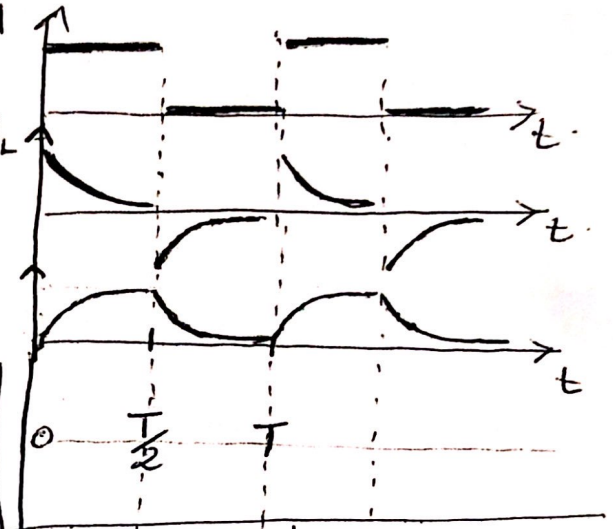
و أثناء الرتبة النازلة للتوتر

$$u_L = -E e^{-t/\tau}$$

و

$$i(t) = \frac{E}{R_T} e^{-t/\tau}$$

$$\tau = \frac{L}{R_T}$$



$$u = \begin{cases} E \\ 0 \end{cases}$$

$$u_R = Ri$$

$$u_L = Ri + L \frac{di}{dt}$$

الطاقة المخزونة في الوسيعة:

إذا كانت الطاقة المخزونة في المكثف هي $\mathcal{E}_e = \frac{1}{2} C u_c^2$

فإن الطاقة المخزونة في الوسيعة هي $\mathcal{E}_m = \frac{1}{2} L i^2$

بالنسبة للوحيعة

$$\frac{d\mathcal{E}_m}{dt} = u_L i = L \frac{di}{dt} \cdot i$$

$$\frac{d\mathcal{E}_m}{dt} = \frac{d(\frac{1}{2} L i^2)}{dt}$$

$$\mathcal{E}_m = \frac{1}{2} L i^2$$

بالنسبة للمكثف

$$\frac{d\mathcal{E}_e}{dt} = P = u_c i = \frac{q}{C} \cdot i$$

$$\frac{d\mathcal{E}_e}{dt} = \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} = \frac{1}{C} \cdot \frac{d(q^2)}{dt} \times \frac{1}{2}$$

$$\frac{d\mathcal{E}_e}{dt} = \frac{1}{2C} \frac{d(q^2)}{dt}$$

$$\mathcal{E}_e = \frac{1}{2C} q^2 = \frac{1}{2} C u_c^2$$

٧ ج] امعا دلة التفاضلية (الدراسة النظرية)

$$u(t) = E = u_R + u_C$$

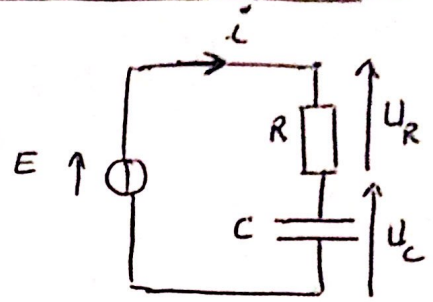
$$E = Ri + u_C$$

$$E = R \frac{dq}{dt} + u_C$$

$$E = RC \frac{du_C}{dt} + u_C$$

حسب الترتيب : أي

$$\left\{ \begin{array}{l} i = \frac{dq}{dt} \\ q = Cu_C \end{array} \right. \quad \text{ونعلم أن}$$



في المعادلة التفاضلية لدينا دالة متغيرة مع الزمن $u_C(t)$

ولدينا استقارها الأول $\frac{du_C}{dt}$ لذلك فعل هذا النوع من المعادلات يكون دائما على شكل :

$$u_C(t) = A + B e^{-\alpha t}$$

حيث α و A و B ثوابت نحددتها اعتمادا على الشروط البدئية.

$$E = \tau \frac{du_C}{dt} + u_C \quad \text{حلها على شكل}$$

المعادلة التفاضلية
وضعا $\tau = RC$

$$E = \tau \frac{du_C}{dt} + u_C$$

$$E = -\alpha B \tau e^{-\alpha t} + A + B e^{-\alpha t}$$

$$E - A = B e^{-\alpha t} (1 - \alpha \tau)$$

هذه المعادلة الرياضية لا يمكن أن تتحقق إلا إذا كانت $\alpha \tau = 1$ و $E = A$
 $\alpha = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{RC}$

حسب الشروط البدئية وعند اللحظة $t=0$ تكون $u_C(0) = 0$ المطلق متفرعا

$$B = -E$$

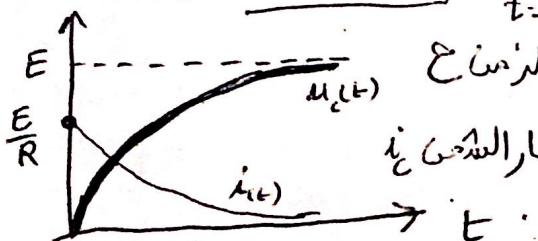
$$u_C(t) = E - E e^{-\frac{t}{RC}}$$

وبالتالي

$$u_C(t) = E (1 - e^{-t/RC})$$

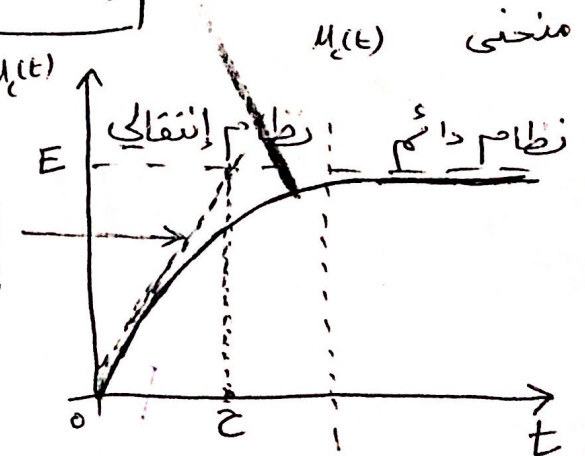
$$i(t) = \frac{dq}{dt} \quad \text{حيث}$$

$$i(t) = C \frac{du_C}{dt} = \frac{E}{R} e^{-t/RC}$$



المماس للمحنى عند $t=0$
يحدد قيمة ثابتة الزمن τ

الدورتي و تيار الشحن $i(t)$



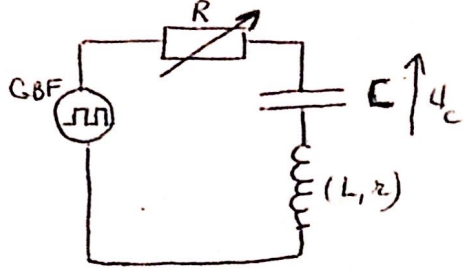
الذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

I - تفريغ مكثف في وشعة

1- الدراسة التجريبية

ⓐ تجربة

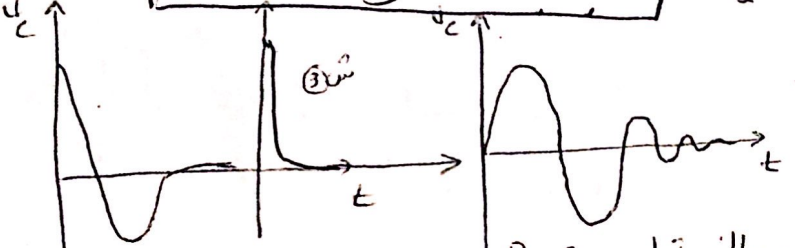
ننجز التركيب التجريبي التالي :



المولد GBF يبعث توتراً دورياً مربعياً خلال نصف الدورات الأول $[0, T/2]$ يُسحب المكثف

وخلال المجال الزمني $[T/2, T]$ يتفريغ المكثف و يواصل شحنه
رأسهم التذبذب نحاش التوتراً لا ساعده

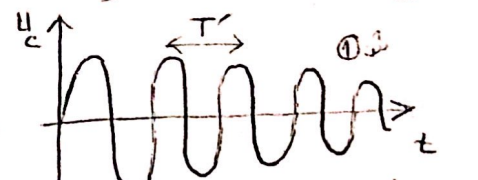
حيث نشاهد المذبذبات التالية ذبذبات حرة مخمدة



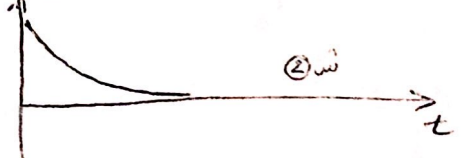
بالنسبة لـ $R = 1000 \Omega$ نظام حرج

بالنسبة لـ $R = 300 \Omega$ نظام لا دوري

بالنسبة لبعض قيم المقاومة R يكون التوتراً لا ساعده متناوذاً (تارة موجبة وتارة سالبة) ونقول أن التفريغ تذبذب الأ أن وسع التوتراً يتناقص مع مرور الزمن ونقول أن الذبذبات مخمدة



بالنسبة لـ $R = 500 \Omega$ نظام شبه دوري



بالنسبة لـ $R = 5000 \Omega$

هذه الذبذبات تُسميها بالحرة لأن الدارة RLC لا تتو على مصدر آخر للطاقة غير تلك المخزونة في المكثف

ⓑ خلاصة

المكثف المشحون يتفريغ في وشعة دارة RLC (متوالية) ويؤدي الى ظهور ذبذبات حرة مخمدة .

الدارة RLC تُشكل مدذبذباً كهربائياً حراً مخمداً

Ⓒ أنظمة الذبذبات الحرة

حسب قيم مقاومة الدارة R هناك 3 أنظمة

ⓐ نظام شبه دوري : عندما تكون R صغيرة (و موضوعاً أن نتكلم عن الدور ونكلمه عن نسبة الدور) $R < 2\sqrt{L/C}$

ⓑ نظام لا دوري : عندما تكون R كبيرة يكون الحود مدتها وتزول الذبذبات

Ⓒ نظام حرج : يعمل بين النظامين الدوري والشبه الدوري حيث أن $R = 2\sqrt{L/C}$

(5)

3) الدراسة النظرية

$$U_C + U_R + U_L = 0$$

$$U_R = Ri$$

$$U_L = L \frac{di}{dt}$$

$$U_C = q/C$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

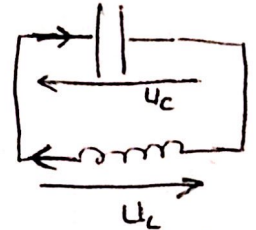
$$\left[\frac{d^2 U_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dU_C}{dt} + \frac{1}{LC} U_C = 0 \right]$$

المعادلة التفاضلية التي يُحققها التوتر U_C في دائرة RLC متوالية

المقدار $\frac{R}{L} \frac{dU_C}{dt}$ هو الذي يتسبب في ظاهرة حثو الذبذبات

II الذبذبات غير المخمدة في دائرة LC (مثالية)

لنتعبر الدارة الكهربائية التالية حيث نعتبر مقاومة الوسيطة مُهملة ($r=0$) وهذا مستحيل تقريباً عملياً لذلك سَنَظَنُّ هذه الدارة بالمثالية



1) المعادلة التفاضلية:

$$\text{لدينا: } U_C + U_L = 0 \quad \text{أي}$$

$$\left[\frac{d^2 U_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} U_C = 0 \right]$$

المعادلة التفاضلية التي يُحققها U_C خلال ذبذبات كهربائية حرة غير مخمدة في دائرة LC مثالية.

2) حل المعادلة

$$\frac{d^2 U_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} U_C = 0 \quad \text{معادلة خطية من الرتبة الثانية وحلها يكون على شكل:}$$

حيث U_m : وسع الذبذبات

$(\omega t + \phi)$: الطور عند اللحظة ذات التاريخ t

$$\omega = \frac{2\pi}{T_0} \quad (T_0 : \text{الدور الخاص للذبذبات})$$

$$U_C(t) = U_m \cos(\omega t + \phi)$$

4) تحديد الدور الخاص

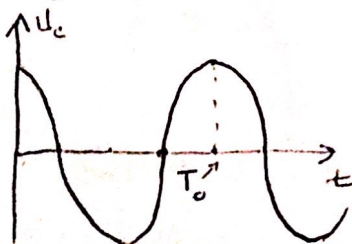
نعوّض في المعادلة التفاضلية فنجد

$$\omega^2 = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \frac{1}{LC}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

T_0 : مرتبة فقط بـ L و C



ملحوظة : معادلة الأبعاد T_0 له بُعد زمني

في النظام الشبه الدوري يُقارب شبه الدوري T_0 الدور الخاص T_0

(6)

حدد U_m و φ

نعتبر الشروط البدئية حيث أن المكثف في البداية كان مشحوناً
وكذا أن $U_c(t)$ و $i(t)$ حاسبتين بواسطة

عند اللحظة $t=0$

$$U_c(0) = U_m \cos \varphi = E$$

$$i(0) = -U_m \omega \sin \varphi = 0$$

$$U_c(0) = E$$

$$i(0) = 0$$

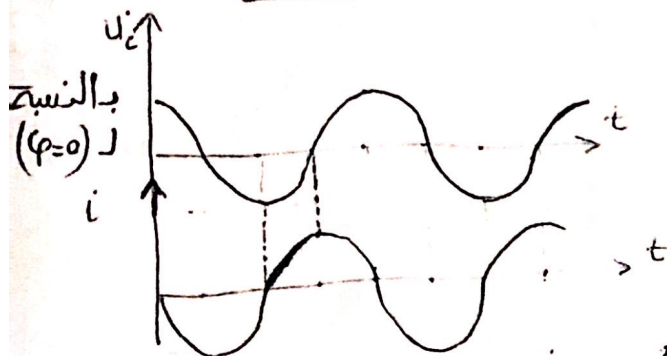
عند $t=0$

$$U_c(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

$$i(t) = -U_m \omega \sin(\omega t + \varphi)$$

وعند $(U_m > 0) : \varphi = 0$

$$U_c(t) = E \cos(\omega_c t)$$



شدة التيار $i(t)$ متقدمة
بالنسبة ل $U_c(t)$ و $q(t)$
أي $i(t)$ و $U_c(t)$ على تربع في الطور

$$i(t) = +\frac{2\pi}{T_0} C U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad U_c(t) = -\frac{2\pi}{T_0} C U_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$$

$$i(t) = C \frac{dU_c}{dt} \quad \text{و بما أن } q(t) = C U_c$$

$$q(t) = C U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$$

في دائرة LC مثالية

الحصيلة الطاقية

الطاقة المخزنة في المكثف
الطاقة المخزنة في الوسيعة

والطاقة الكلية في الدارة LC هي
 $U_c = U_e + U_m$
 $U_e = \frac{1}{2} C U_c^2$
 $U_m = \frac{1}{2} L i^2$

في البداية وقبل التفريغ $U_e = \frac{1}{2} C U_{max}^2$ أي $U_c = \frac{1}{2} C U_{max}^2$
 $U_m = 0$
(تبادل طاق بين المكثف و الوسيعة (متذبذب كهربائي)

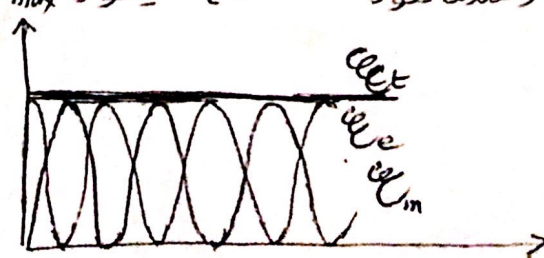
وخلال التفريغ تتناقص U_e و تزداد U_m ويحصل بين المكثف و الوسيعة تبادل
طاقة حيث ينفري المكثف في الوسيعة ثم بعد ذلك يشحن وهكذا دواليك

تتم هذه العملية دورياً وتظل الطاقة U_c ثابتة (الحفاظ الطاقة الكلية)
عندما تكون $U_c = U_m = E$ يكون $i = 0$
وعندما تكون $U_c = 0$ يكون $i = i_{max}$

$$U_c + U_m = 0 \quad \text{ملحوظة} \quad U_c = C U_c^2$$

$$q/C + L \frac{di}{dt} = 0 \quad \text{نضرب في } i = \frac{dq}{dt}$$

$$q/C \cdot \frac{dq}{dt} + L i \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2 \right) = 0$$



(4)

2) في الدارة RLC المتوالية

خلال الدراسة التجريبية لاحظنا أن الذبذبات ليست دورية وأن ظاهرة التخميد كتردد حدة كلما زادت قيمة المقاومة R وبعزاً إلى تناقص الطاقة الكلية (إلى طاقة حرارية بمفعول جول)

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

لدينا: الطاقة الكلية للدارة RLC
المعادلة التفاضلية لهذه الدارة

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{d\mathcal{E}}{dt} = L i \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} = i \left(L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} \right)$$

$$\frac{d\mathcal{E}}{dt} = i \left(L \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{C} \right)$$

$$\frac{d\mathcal{E}}{dt} = -i \left(R \frac{dq}{dt} \right) = -R i^2$$

$$d\mathcal{E} = -R i^2 dt$$

وعند خلال المعادلة التفاضلية

أي

وهذه طاقة حرارية مهددة في المقاومة R

إذاً الطاقة الكلية $\mathcal{E}$ تتناقص ($\frac{d\mathcal{E}}{dt} < 0$) بسبب مفعول جول

(بسبب وجود المقاومة)

IV صيانة الذبذبات

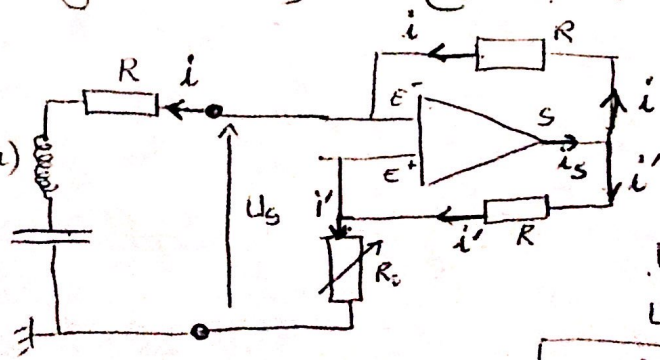
لصيانة الذبذبات في الدارة RLC يجب تحويل النقص الحاصل في الطاقة الكلية والحصول على توتر متذبذب ذو وسع ثابت ولهذا الغرض نستعمل مولداً يزود الدارة بتوتر $U_s = R_0 i$ (قابل للضبط) للحصول على هذا النوع من المولدات نستعمل الترتيب التالي

وذلك بالمعادلة التفاضلية هي:

$$\frac{d^2 U_c}{dt^2} + \left(\frac{R-R_0}{L} \right) \frac{dU_c}{dt} + \frac{1}{LC} U_c = 0$$

وعند ضبط R_0 على قيمة تعادل R تصبح المعادلة

$$\frac{d^2 U_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} U_c = 0$$



$$U_s = R_0 i'$$

$$U_s = R_0 i' + R i' - R i$$

I دراسة حركة نقطة مادية متحركة

حركة أي جسم فهي نسبة والدراسة لا بد من تحديد معلم مرتبط بجسم مرجعي تدور
دراسة الحركة بالنسبة إليه وسنذكر على تحديد حركة مركز كتلة الجسم "G"
لأنها توافق الحركة الجمالية للجسم الصلب

1- معلومة موضع نقطة متحركة

يرتبط الجسم المرجعي بمعلم من أنواع الماد الماسة لدراسة حركة الجسم
* المعلم المرجعي الأرضي : مرتبط بالأرض ويستخدم لدراسة حركة الجسم التي
تتحرك فوق سطح الأرض

* المعلم المرجعي المركزي : أصله مرتبط بمركز الأرض ومحاوره الثلاث متوجهة
نحو 3 نجوم ثابتة ونستخدم هذا المعلم لدراسة الأجسام
الطائرة مثل الأقمار الصناعية

* معلم كوبرنيك (المرجعي النجمي) : يُستعمل لدراسة حركة الأجرام السماوية أصله
هو مركز الشمس ومحاوره الثلاث متوجهة نحو
3 نجوم ثابتة. (انظر صف 10 ص 192)

④ متجه السرعة اللحظية

لدراسة حركة نقطة M متحركة نعتبر : (أ) حركة مركز كتلة الجسم "G"
* معلم زمني يُحدد أصل الدواير

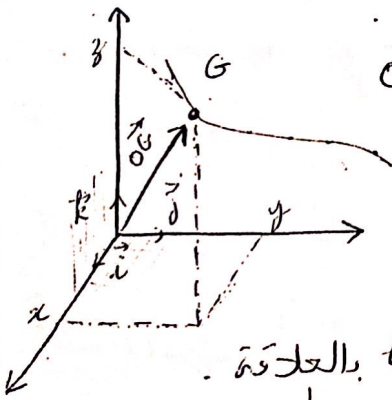
* معلم للفضاء $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ يحدد عناصر النقطة المتحركة
و $\vec{OG}$ متجه السرعة اللحظية بمتجه الموضع $\vec{OG}$

$$\vec{OG}_{(t)} = x_{(t)} \vec{i} + y_{(t)} \vec{j} + z_{(t)} \vec{k}$$

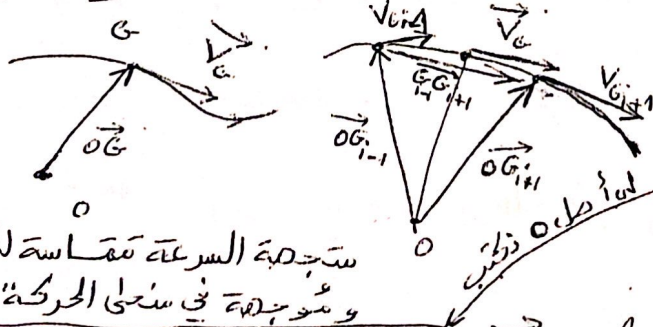
حيث $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ متجهات واحدة

x, y, z إحداثيات مركز الكتلة G (تسمى متغيرة بدلالة الزمن)

- وكيفية تحديد السرعة اللحظية بالنقطة G في لحظة t_i بالعلاقة



متجه السرعة $\vec{V}_G$
هي المماسية بالنسبة
للزمن لمتجه الموضع
 $\vec{V}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt}$



$$\vec{V}_G(t_i) = \frac{\vec{OG}_{i+1} - \vec{OG}_i}{t_{i+1} - t_i}$$

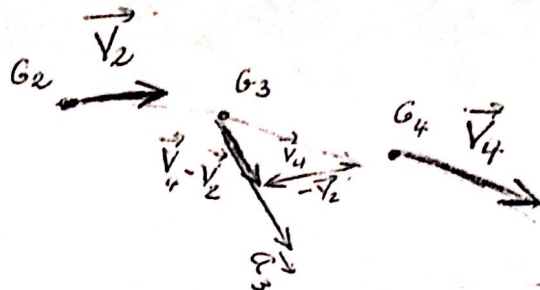
$$\vec{V}_i = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

$$\vec{V}_G = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{OG}}{\Delta t} = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

$\vec{OG}_{i+1} - \vec{OG}_i = \Delta \vec{OG}$ (حسب علامته مثال)
وإذا تنافست Δt نحو الصفر تنطلم عن السرعة لحظية

(ب) متجهة التسارع

$$\vec{a}_i = \frac{\vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$



$$\vec{a}_3 = \frac{\vec{v}_4 - \vec{v}_2}{t_4 - t_2}$$

$$\vec{a}_G = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}_G}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}_G}{dt}$$

$$\boxed{\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt}} \quad \text{m/s}^2$$

(2) إحداثيات متجهة التسارع : (أ) في معلم ديكارتي

$$\vec{OG} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

في معلم $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ لدينا: متجهة الموضع

$$\vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_G = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}$$

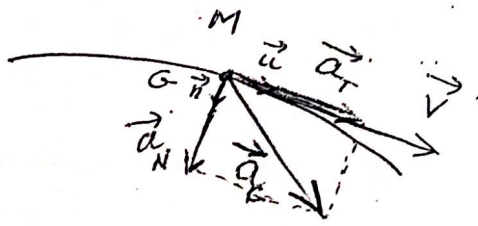
$$\Rightarrow \vec{a}_G = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}$$

$$\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\vec{k}$$

متجهة التسارع

(ب) في معلم فريني

معلم فريني $(M, \vec{u}, \vec{n})$ هو معلم متعامد متغيراً ملته مرتبطة بالنقطة المتحركة M ومتجهاته الواحديّة هي: $\vec{u}$ مماسية لمسار الحركة ومتوجهة في اتجاه الحركة و $\vec{n}$ عمودية على $\vec{u}$ ومتوجهة نحو انحناء المسار



$$\vec{a}_G = a_t \vec{u} + a_n \vec{n}$$

$$a_t = \frac{dv_G}{dt} \quad \text{التسارع المماسي}$$

$$a_n = \frac{v_G^2}{\rho} \quad \text{التسارع المنطقي}$$

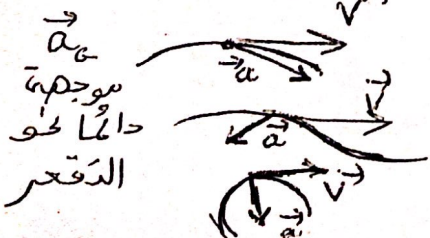
(ρ : شعاع الانحناء)

ملاحظة: الجداء $\vec{a}_G \cdot \vec{v}_G$ يُعطينا فكرة عن نوعية الحركة.

إشارة هذا الجداء السلمي مرتبطة بإشارة $\cos(\vec{a}, \vec{v})$

$$\vec{a}_G \cdot \vec{v}_G = \|\vec{a}_G\| \|\vec{v}_G\| \cos(\vec{a}, \vec{v})$$

$$\vec{a}_G \cdot \vec{v}_G = a \cdot v \cos(\vec{a}, \vec{v})$$



- * إذا كان $\vec{a}_G \cdot \vec{v}_G > 0$ ← الحركة متسارعة
- " $\vec{a}_G \cdot \vec{v}_G < 0$ ← الحركة متباطئة
- " $\vec{a}_G \cdot \vec{v}_G = 0$ ← الحركة منتظمة

(1) القانون الأول : مبدأ القصور

في علم غاليلي وإذا كان جسم ملب (شبه معزول ميكانيكيا) خاضع لمجموعة من القوى بحيث $\sum \vec{F}_i = \vec{0}$ فإن سرعة الجسم $\vec{V}_0$ مركزية صورة تكون ثابتة .

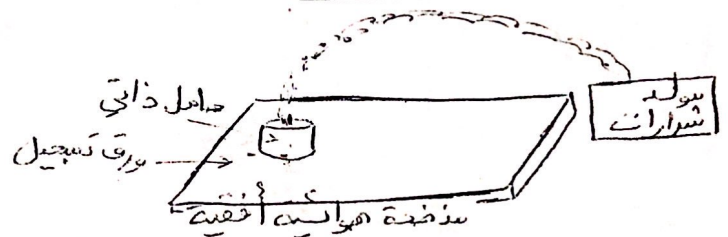
وفي المقابل إذا كانت السرعة $\vec{V}_0$ ثابتة فإن مجموع القوى الخارجية $\sum \vec{F}_i$ المطبقة على الجسم مجموع متعدم .

ملحوظة : أي معلم يتحقق فيه مبدأ القصور فهو معلم غاليلي و مرجع كوبرنيك هو أفضل المراجع الغاليلية . ورغم أن المرجع الأرضي ليس غاليليا إلا أنه يمكننا اعتباره كذلك بالنسبة للحركات الصغيرة الأمد .

(2) التحقق من القانون الأول لنيوتن :

(P) تجربة : تدوير التركيب التجريبي المبين أدناه :

نرسل الحامل الذاتي فوق المضخة الهوائية الأفقية (بطريقة تلقائية) ونسجل حركة مركز الصورة G حيث نحمل على التسجيل :



نلاحظ أن حركة مركز الصورة G حركة مستقيمة منتظمة أي أن $V_G = ct$

G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7	

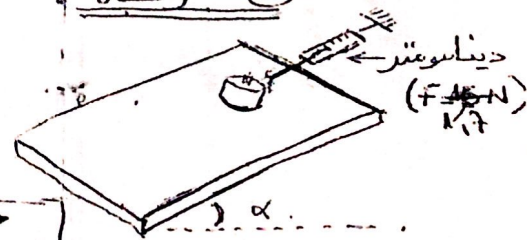
$\Delta t = 40 \text{ ms}$

(B) خلاصة واستنتاج : المجموعة المدروسة : "الحامل الذاتي" يخضع لوزنه $\vec{P}$ و لتأثير المرونة $\vec{R}$ وهما قوتان متتامتان $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

إذا فالمجموعة شبه معزولة وقد وجدنا أن سرعة مركز الصورة $\vec{V}_G = ct$ وبالتالي يتحقق مبدأ القصور .

(3) القانون الثاني لنيوتن (القانون الأساسي للحركة)

نميل المضخة بزاوية α ونطلق الحامل الذاتي من نقطة معينة بدون سرعة بدئية ونسجل حركة النقطة G حيث نحمل على التسجيل التالي :



G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	

$\Delta t = 40 \text{ ms}$

$\alpha =$ $m = 670 \text{ g}$

ب) الدراسة

الدراسة الحركية

الموضع	G ₆	G ₅	G ₄	G ₃	G ₂	G ₁	G ₀
دفع	9,9	7,1	5,6	4	3,6	1,3	0
تاريخ	0,12	0,1	0,08	0,06	0,04	0,02	0
سرعة (v _i)		0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	
m $\frac{\Delta v}{\Delta t}$			2,21	1,7	1,7		

الدراسة التحريكية

قبل الحركة كان الجسم يخضع لـ
 $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$ حيث $\vec{R}, \vec{P}, \vec{F}$
 وخلال الحركة كان يخضع لـ
 $\vec{F} = \vec{P} + \vec{R}$ أي $\vec{P} + \vec{R}$
 وهي قوة ثابتة شدتها
 $\Sigma F_{ex} = 117N$ أي

نأخذ : $\vec{a}$ حل الدفا صيل الموضع G_i
 اطل الزمن الحظية التي انطلقت عنها الجسم من الموضع G_i

استنتاج : $\Sigma F_{ex} = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = 117N$

ΣF_{ex} و $m \frac{\Delta v}{\Delta t}$ متجهتان لهما نفس الاتجاه ، نفس المقدار ، نفس المظهر
 إذن : $\Sigma F_{ex} = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \vec{a}_G$

نفس القانون الثاني لنيوتن :
 عندما يتناهي Δt نحو الصفر يصبح لدينا

و منه : $\Sigma \vec{F}_{ex} = m \vec{a}_G$

$\Sigma \vec{F}_{ex} = m \vec{a}_G$

في مرجع غاليلي تتحقق العلاقة الأساسية لديناميك

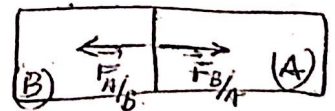
مجموع القوى الخارجية
 المطبقة على جسم صلب
 يساوي كتلة و تسارع مركز القصور

القانون الثالث لنيوتن : (مبدأ التآثرات البينية)

جسمين (A) و (B) في حالة تآثر بيني

سواءً كان الجسمين
 في حالة حركة أو سواها
 كانا في حالة سكون

$(\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A})$ $\vec{F}_{A/B} + \vec{F}_{B/A} = \vec{0}$



$\vec{F}_{A/B}$: القوة التي يطبقها الجسم (A) على الجسم (B)

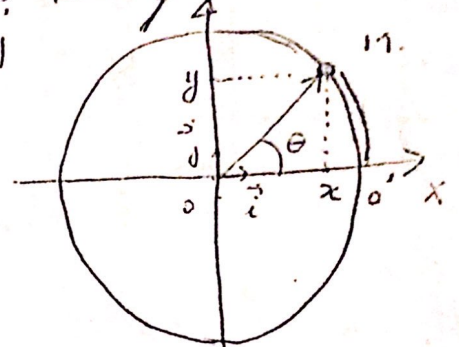
$\vec{F}_{B/A}$: القوة التي يطبقها الجسم (B) على الجسم (A)

ملحوظة : مبدأ التآثرات المتبادلة يتحقق بالنسبة لقوى التقاسر
 كذلك بالنسبة للقوى عند بُعد

دوران جسم حول محور ثابت

I - دراسة الحركة

بعد اختيار أصل للزمن نستطيع دراسة حركة النقطة المتحركة M خلال حركتها الدورانية

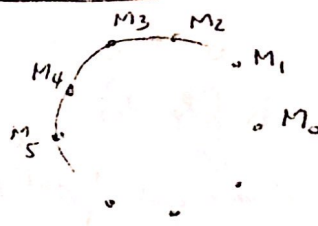


- حيث نحدد موضعها إما :
 - بالانفصال المماسي $S_{(t)} = \widehat{OM}$
 - بالانفصال الزاوي $\theta_{(t)}$
 - أو بتحديد إحداثيات عتمة الموضع $\vec{OM}$: $x_{(t)}$ و $y_{(t)}$

$$S = R \theta$$

① السرعة الزاوية والتسارع الزاوي

على خلال التسجيل وبواسطة طريقة التأطير نستطيع تحديد :



قيمة السرعة الزاوية (ω) : $\dot{\theta}_i = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \omega$ rad/s

و قيمة التسارع الزاوي : $\ddot{\theta}_i = \frac{\dot{\theta}_{i+1} - \dot{\theta}_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$ rad/s²

$$\dot{\theta} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt} = \omega$$

$$\ddot{\theta} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \dot{\theta}}{\Delta t} = \frac{d\dot{\theta}}{dt}$$

$$S = R \theta \rightarrow \frac{dS}{dt} = R \frac{d\theta}{dt}$$

$$\frac{d^2 S}{dt^2} = R \frac{d^2 \theta}{dt^2}$$

الحركة الدائرية دورانية
 ودورها $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{V}$

$$V = R \dot{\theta}$$

$$a_T = R \ddot{\theta}$$

السرعة الخطية
m/s

السرعة الزاوية
rad/s

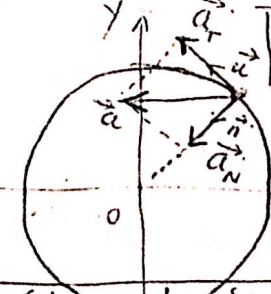
تسارع خطي
m/s²

تسارع زاوي
rad/s²

ربما الممكن التعبير عن التسارع في أساس عزميني

$$\vec{a} = a_T \vec{u} + a_N \vec{n}$$

$$a_N = \frac{V^2}{R} = R \dot{\theta}^2$$



في حالة الحركة الدائرية
 $a_T = 0$ لمنظومة
 $a = a_N = \frac{V^2}{R}$

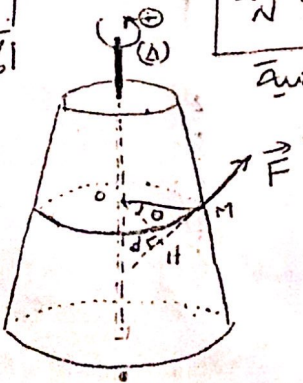
$$a_T = \frac{dV}{dt} = R \ddot{\theta}$$

المركبة المماسية

$$\sum M_A(\vec{F}) = J_A \ddot{\theta}$$

$$M_A(\vec{F}) = F \cdot d$$

عزم قوة F بالنسبة لـ A

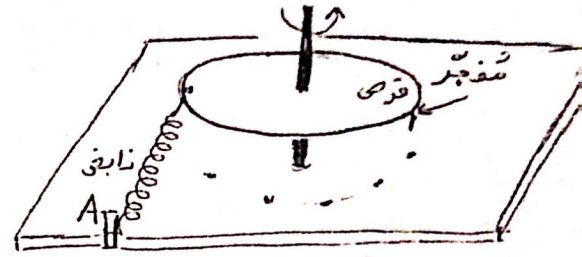


II العلاقة الأساسية للديناميك

① تصح العلاقة بين مجموع عزوم القوى المطبقة على جسم صلب في حالة دوران حول محور ثابت (A) يساوي جداء عزم العصور J_A والتسارع الزاوي $\ddot{\theta}$ للجسم في كل لحظة

(2) الدراسة التجريبية

نذكر التركيب التجريبي التالي :



نحذب ونؤدوير القرص الى أن يتعدّد النابض ثم نحرره ليبتدئ تحت تأثير قوة ارتداد النابض
عنا خلال التسجيل ندرس حركة القرص.

(3) خلاصة : بعد إنجاز الدراسة التحريكية

والدراسة الحركية نخرج

النتائج في جدول

الموضع	$\ddot{\theta}_i$	$M(\vec{F}_i)$	$\frac{M(\vec{F}_i)}{\ddot{\theta}_i}$

(4) الدراسة الحركية : من خلال التسجيل المصقول على شكل الجدول التالي

الموضع	التاريخ	$\ddot{\theta}_i$ (rad/s ²)	$\ddot{\theta}_i$ (rad/s ²)

نلاحظ أن التسارع الزاوي $\ddot{\theta}$

(5) الدراسة الحركية : يخضع القرص لـ : $\vec{P}$: وزنه تأثير النابض : $\vec{F}_i$: تأثير النابض

$$\sum M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{P}) + M_A(\vec{R}) + M_A(\vec{F}_i)$$

$$0 + 0 + F_i d_i$$

$$F_i = K (l_i - l_0)$$

$$M_A(\vec{F}_i) = F_i d_i$$

ثم نحسب $M_A(\vec{F}_i)$

d_i : المسافة بين خط تأثير $\vec{F}_i$ والمحور

K : صلابة النابض (ثابتة)

l_0 : الطول الأصلي للنابض

$l_i = AM_i$: الطول النهائي

$$\frac{M(\vec{F}_i)}{\ddot{\theta}_i} =$$

نستنتج إذن أن :

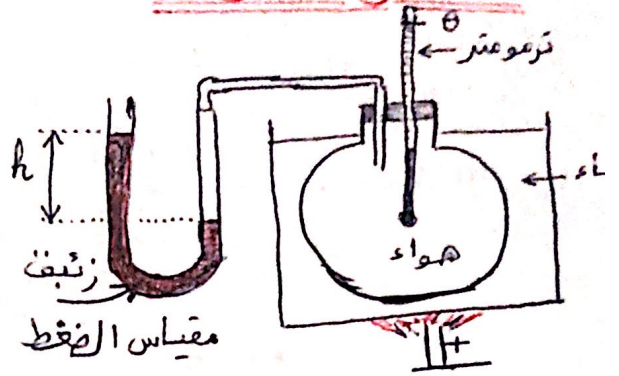
X

د. درجة الحرارة - قانون الغازات الكاملة

I - دراسة تغيرات ضغط غاز بدلالة درجة الحرارة عند حجم ثابت

1- الدراسة التجريبية

- نحجز حجما معيناً (V) من الهواء داخل حوالة وندرس تغيرات الضغط بدلالة درجة الحرارة (θ)
- عند درجة الحرارة الاعيادية يكون الضغط هو (P_a) الضغط الجوي
- وعند التسخين ترتفع درجة الحرارة ويزداد ضغط الهواء في الحوالة السائل الذي يُغَيَّر وجود فرق الارتفاع الرئيسي h للزئبق



ونحصل على ضغط الهواء المحصور بالعلاقة:

$$p = p_a + \mu g h$$

أي $H_a = 76 \text{ cm}$ (في حالة الضغط النظامي) $p = \mu g H_a + \mu g h$

تجربة تجريبية نوري شلي

$$p = \mu g (H_a + h)$$

$$p = \mu g H$$

الضغط الجوي النظامي: p_a

ضغط الهواء المحصور: P

الضغط الناتج عن ارتفاع الزئبق في الأنبوب: $\mu g h$

- ندون بالنسبة لكل درجة حرارة θ قيمة الارتفاع H ونمثل مبيانياً تغيرات H بدلالة θ فنحصل على:

ملحوظة: نحصل على نفس المعنى إذا مثلنا P بدلالة θ

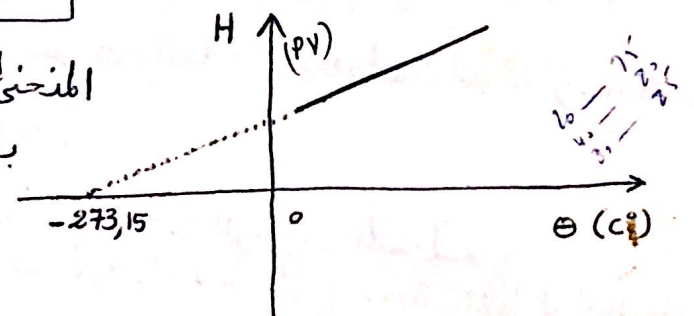
أو PV بدلالة θ

لأن P تتناسب طردياً مع H

المعنى عبارة عن مستقيم يمر

بأصل المعلم وتقاطع

مع محور الأفقي في النقطة O'



8- درجة الحرارة المطلقة: بإمكاننا تحويل محور درجات الحرارة المئوية θ إلى محور آخر لدرجات الحرارة المطلقة T (وحدة الكلفن K) بحيث يكون أصل التدرج الجديد هو O'

وبذلك تكون: $T_K = \theta_{(C)} + 273.15$

تغير درجة الحرارة $\Delta T = \Delta \theta$

لا يتغير في هذا السلم المطلق يكون الجداد PV متناسباً طردياً مع T

الصفر المطلق: قيمة حدية نظرية لا يمكن بلوغها عملياً $T = 0 \text{ K}$

3- قانون شارل:

في التدرج المطلق: H تتناسب طردياً مع T وبالتالي

فالضغط P يتناسب طردياً أيضاً مع T

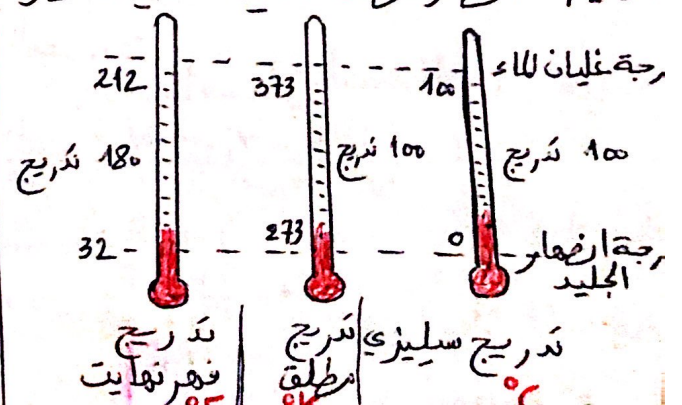
ونكتب: $P = aT$ أي $\frac{P}{T} = a = \text{const}$

تلخص هذه العلاقة بقانون شارل

نص القانون:

عند حجم ثابت، يتناسب ضغط كمية معينة من

غاز الطراد مع درجة الحرارة المطلقة.



④ **التعديل المجهري لدرجة الحرارة** : كلما ارتفعت درجة الحرارة T الى وزادت الطاقة الحركية للجزيئات. هذه الطاقة خاصة بدقائق مجهرية

في حين أن درجة الحرارة هي مقدار عياني قابل للقياس .
 درجة الحرارة إذن هي قياس عياني للطاقة والارتجاج العشوائي للجزيئات في الحالة المجهريّة -
 عنه الصفر المطلق هناك ستكون تام للجزيئات أي ليس هناك أي تضاد فيما بينها ولا بين سطح الدناء الذي يحتويها وبالتالي يكون الضغط سعة
 ملحوظة : ما دام السكون هو أقصى حالات الاستقرار للجزيئات وهو يقابل الصفر المطلق فلا يمكن أن نقبل بوجود درجات حرارة مطلقة أقل من الصفر
 أي لا وجود لدرجات الحرارة السالبة في سلم كلفن .

II - دراسة تغييرات حجم غاز بدلالة درجة الحرارة عند ضغط ثابت

نبرز نتائج التجربة الواردة في الكتاب المدرسي ص 86 أنه عند ضغط ثابت، يتناسب حجم كمية معينة من غاز اطراداً مع درجة الحرارة المطلقة وهذا ما يلخصه قانون غاي لوساك، حيث نكتب

$$\frac{V}{T} = c_1$$

III معادلة الحالة للغازات الكاملة .

حسب قانون بويل مربوط : $PV = c_1$
 وحسب قانون شارل : $\frac{P}{T} = c_2$
 وحسب قانون غاي لوساك : $\frac{V}{T} = c_3$

إذن ، $\left\{ \begin{array}{l} PV = c_1 \\ \frac{P}{T} = c_2 \\ \frac{V}{T} = c_3 \end{array} \right.$ وبما أن $PV = nA$

وتسمى هذه العلاقة بمعادلة الحالة للغازات الكاملة $PV = nRT$ فإن $\frac{PV}{T} = nR = c_4$

(الوحدات العالمية) $(Pa) (m^3) (mol) (J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}) (K)$

R : ثابتة الغازات الكاملة، تختلف قيمتها باختلاف الوحدات المستخدمة .
 تحديد قيمة R : في الشروط النظامية أو بالنسبة لمول واحد من غاز نكتب المعادلة العامة للغاز

$P_0 V_0 = R T_0$

$n = 1 \text{ mol}$ يشغل حجماً مولياً V_0
 $V_0 = 22,4 \text{ l/mol}$
 $V_0 = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$P_0 = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$
 $T_0 = 273,15 \text{ K} (0^\circ \text{C})$

$$R = \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{1 \times 22,4}{273,15} = 0,082 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$R = \frac{101325 \times 22,4 \cdot 10^{-3}}{273,15} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

IV - الكتلة الجسمية وكثافة غاز كامل

① - الكتلة الجسمية

الكتلة الجسمية هي : $\mu = \frac{m}{V}$ نغير عنها بـ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

لدينا : $PV = nRT$

$PV = \frac{m}{M} RT$

$PM = \frac{m}{V} RT$

حيث M هي الكتلة المولية للغاز

$\mu = \frac{PM}{RT}$

② - الكثافة

نتكلم عن كثافة غاز بالنسبة للهواء وهي :

$d = \frac{\text{كتلة حجم } V \text{ من الغاز}}{\text{كتلة نفس الحجم } V \text{ من الهواء}} = \frac{\mu_g}{\mu_a}$

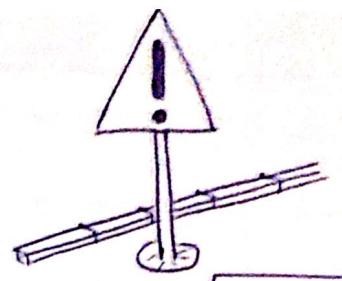
حيث μ_g الكتلة الجسمية للغاز و μ_a الكتلة الجسمية للهواء

إذن $d = \frac{M_g}{M_a} = \frac{M_g}{29}$

حيث M_g الكتلة المولية الجسمية للغاز

$d = \frac{M_g}{29}$

فرض محروس في مادتي الفيزياء والكيمياء
Durée 1 h 30

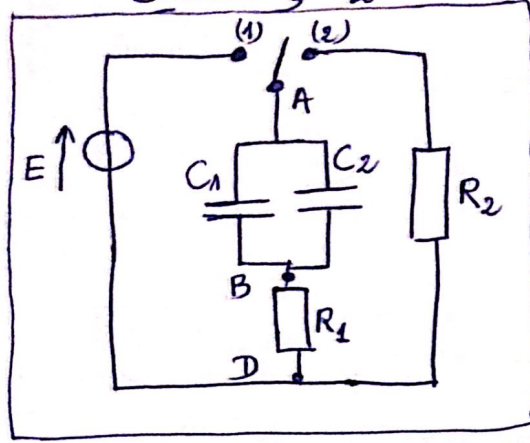


الفيزياء

يتضمن التركيب جانب مولد للتوتر المستقر يفتح توتراً ذو رتبة صاعدة

$E = 8V$, موصلين أوميين $R_1 = 20 K\Omega$ و $R_2 = 15 K\Omega$ ومكثفين

$C_1 = C_2 = 3 \mu F$ متماثلين سعتها



1 حدد قيمة السعة C_{AB} للمكثف المكافئ (حسب التركيب)

2 عند لحظة $t=0$ نغلق قاطع التيار على الوضع (1) حيث تكون شحنة المكثف المكافئ $q_{AB}(t=0) = 0$

3 من خلال العلاقة بين التوترات E , U_{BD} , U_{AB} جد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q_{AB}(t)$ ثم حدد صيغة حلها

ب) احسب قيمة $q_{AB}(t)$ عند اللحظة $t = 120 \mu s$ وحدد أيضاً أقصى قيمة تبلغها q_{AB}

ج) حدد صيغة سدة التيار $i(t)$ المار في الدارة وأرسم شكل تقريبي للدالة $i(t)$ مع إبراز قيمة i_{max} على المنحنى

3 نؤرج قاطع التيار على الوضع (2) في لحظة t_0 نعتبرها أملاً للزمن

4 حدد قيمة الطاقة المخزونة في المكثف المكافئ عند اللحظة t_0

ب) اكتب صيغة هذه الطاقة عند لحظة t ثم احسب قيمتها عند اللحظة $t = t_0$ (تأبئة الزمن)

II الثعيرين عند مفتح له عمر النصف $t_{1/2} = 140$ (يوم) جد الفترة الزمنية التي تمضي حتى تنحل $\frac{3}{4}$ أنوية الأصلية

الكيمياء عند ضغط ثابت $P = 1 \text{ atm}$ ودرجة حرارة $t = 25^\circ C$ خصل على غاز CO_2 نتيجة تفاعل

أوكسيد النحاس II والكربون 1 أكتب معادلة التفاعل ووازنها علماً أننا خصل أيضاً على النحاس

2 أكتب الجول الوصفي ثم حدد تعبير تقدم التفاعل $x(t)$ بدلالة x_{max} و $V_{CO_2}(t)$ و $V_{CO_2}(max)$ (حيث نعتبر CO_2 غازاً كاملاً)

3 لدينا $V_{CO_2} = f(t)$ $R = 0,082 \text{ atm.l.mol}^{-1}.K^{-1}$ النابئة

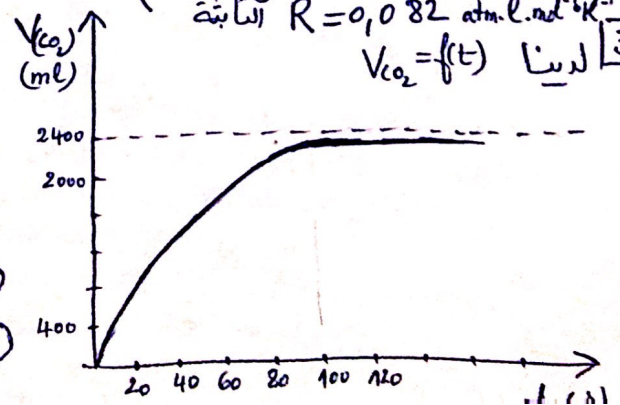
4 حدد $V_{CO_2}^{max}$ ثم استنتج x_{max}

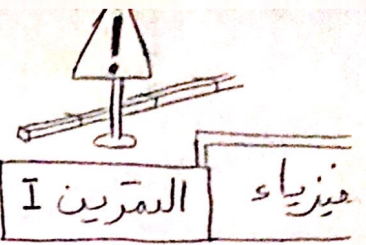
ب) احسب كتلة أوكسيد النحاس المستعملة علماً أنه هو المتفاعل المحدث

ج) اعتبر سرعة التفاعل $V(t)$ بدلالة $n(t)$ كمية مادة الكربون المتبقية عند اللحظة t ثم بدلالة $V_{CO_2}(t)$

د) احسب قيمة هذه السرعة عند اللحظة $t_1 = 40$ ثم $t_2 = 120$

هـ) احسب كتلة النحاس المتكون عند اللحظة t_1





الفيزياء I

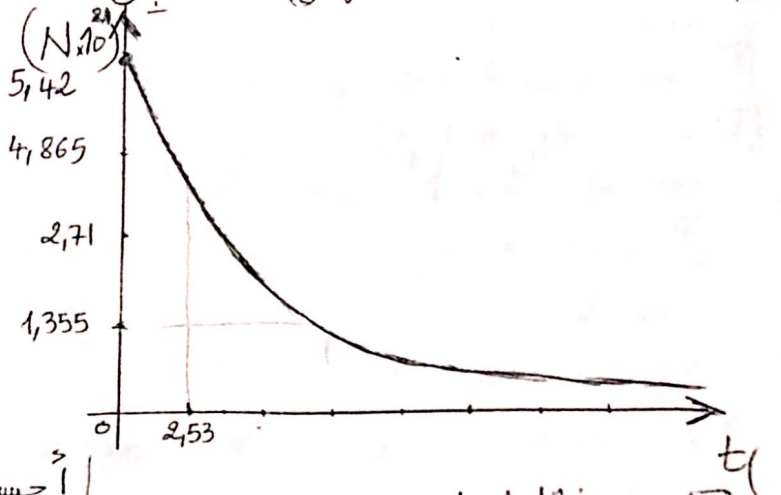
الرادون $^{222}_{86}\text{Rn}$ إشعاعي النشاط α له عمر النصف $t_{1/2}$ وتتوفر على عينة من $N_0 = 5,42 \cdot 10^{24}$ نواة عند اللحظة $t=0$

1 أكتب معادلة نقت الرادون ^{222} وحدد طبيعة النواة المتولدة
2 من خلال المنحنى $N(t) = f(t)$ المعطى عن عدد النوى المتبقية عند لحظة t

(أ) حدد قيمة نصف العمر $t_{1/2}$
(ب) قيمة ثابت الزمن λ
(ج) قيمة ثابت الإشعاعية λ

3 أكتب الكتلة m_0 لنوى الرادون عند اللحظة $t=0$

4 بتطبيق قانون التناقص الإشعاعي أكتب $N(t)$ عدد النوى المتبقية عند اللحظة $t=15$ و عدد النوى المتبقية عند اللحظة $t=7,6$



5 حدد نشاط العينة عند اللحظة $t=0$ ثم عند اللحظة $t=7,6$

الكيمياء II لتعتبر المحلول الكيميائي الذي تتدخل فيه المزدوجات

I_2/I^- و $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ حيث نقوم بمزج $V_1 = 100 \text{ ml}$ من محلول $(\text{K}^+ \text{I}^-)$ ذو تركيز $C_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ و حجم $V_2 = 200 \text{ ml}$ من محلول $(2\text{K}^+ \text{S}_2\text{O}_8^{2-})$ ذو تركيز $C_2 = 10^{-2} \text{ mol/l}$
1 أكتب المعادلة المصليّة للتفاعل المقرون بهذا المحلول.
2 أنشئ الجدول الوصفي وحدد قيمة x_{max} التقدم الأقصى ثم استدرج المتفاعل المحض
3 أكتب كتلة ثنائي اليود المتكوّن عند نهاية التفاعل.

$^{238}_{92}\text{U}$	$^{227}_{90}\text{Th}$	$^{226}_{88}\text{Ra}$	$^{222}_{86}\text{Rn}$	$^{218}_{84}\text{Po}$	$^{214}_{82}\text{Pb}$
-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

المعطيات : $M(^{222}\text{Rn}) = 222 \text{ g/mol}$
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$

الفيزياء
الكيمياء
 $M(\text{I}) = 127 \text{ g/mol}$

فرضي محروس في مادتي الفيزياء والكيمياء



$R_1 = 750 \Omega$ $R_2 = 250 \Omega$
 $R_3 = 800 \Omega$ $C = 1 \mu F$

لنعتبر التركيب التالي : حيث

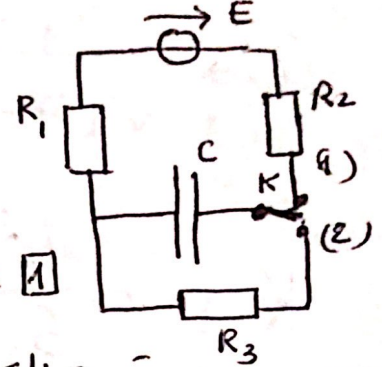
• قاطع التيار K بإمكانه

التأرجح بين الوضع (1) والوضع (2)

$E = 12 V$

• المولد مؤتمل ويمنع رتبته طاعة للتوتر

• المكثف مُفرغ في البداية .



1 عند لحظة $t = 0$ نُؤرجح قاطع التيار K عند الوضع (1)

Ⓐ عرّف رتبة التوتر الصاعدة Ⓑ جد المعادلة التفاضلية التي تحققها

شحنة المكثف $q(t)$ Ⓒ اكتب صيغة $q(t)$ خلال مدة شحن المكثف

Ⓓ استنتج تعبير شدة تيار الشحن $i(t)$ Ⓔ احسب قيمة التوتر $U_R(t)$ بين مربطي

الموصل الأومي (R_1) عند اللحظة $t_1 = 1 ms$

2 عند لحظة t_0 نعتبرها أصلاً لفرمنا التفريغ نُؤرجح K الى الوضع (2)

Ⓐ جد المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف $q(t)$ في هذه الحالة

Ⓑ اكتب صيغة $q(t)$ وأرسم مدخلتي تقريبي لتغيراتها بدلالة الزمن

Ⓒ حدد تعبير $i(t)$ تيار التفريغ وأحسب قيمته عند اللحظة $t_3 = 2 s$

(ح هي ثابتة الزمن)

الكيمياء نعتبر محلولاً (S) لحمض الايثانويك CH_3COOH له الخصائص ←
عند $V = 100 ml$
 $C = 0,05 mol/l$
 $PH = 3,02$ التوازن

1 عرّف الحمض حسب برونستد

2 اكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء ثم أنشأ الجدول الوصفي للتفاعل

3 احسب قيمة كمية المادة البدئية للحمض واستنتج قيمة x_{eq} التقدم النهائي

للتفاعل عند التوازن ثم بين ان التفاعل محدود .

4 احسب تراكيز الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول (لأننا نأخذ بعين

5 اكتب تعبير σ موصلية المحلول (S) بدلالة x_{eq} , V , والموصلات المولية

ثم احسب قيمتها

6 عبر عن خارج التفاعل $Q_{r,eq}$ بدلالة x_{eq} , C , V وأحسب قيمة ثابتة

التوازن K الموائقة لهذا التفاعل

$\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 ms.m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{H_3O^+} = 35 ms.m^2.mol^{-1}$

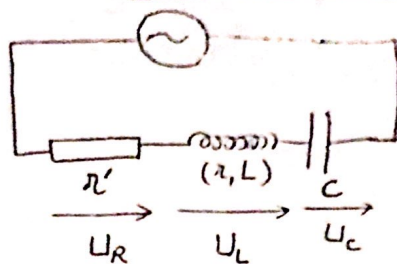
نُرْطِبي

1- المعادلة التفاضلية

$$i(t) = I_m \cos \omega t$$

$$U(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

تجريبيًا وعن خلال دراسة التذبذب لاحقًا أن هناك فرق في الطور بين $i(t)$ و $U(t)$ (φ)



$$U(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi) = U_R + U_L + U_C$$

$$U(t) = \underbrace{R i}_{U_R} + \underbrace{L \frac{di}{dt}}_{U_L} + \underbrace{\frac{q}{C}}_{U_C} \quad \left(i = \frac{dq}{dt} \right)$$

$$U(t) = (R + L \frac{d}{dt} + \frac{1}{C} \int dt) i$$

$$U(t) = R I_m \cos \omega t + L I_m \omega \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I_m}{\omega C} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$i(t) = I_m \cos \omega t$$

$$\frac{di}{dt} = -I_m \omega \sin \omega t = I_m \omega \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$\int i \cdot dt = \frac{I_m}{\omega} \sin \omega t = \frac{I_m}{\omega} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$U(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi) = R I_m \cos \omega t + L \omega I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I_m}{\omega C} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

نقل هذه المقادير الجيبية باتجاهات فريزيل فنحصل على الشكل التالي

تجريبيًا كفاءة حث لنا على $\frac{U}{I} = Z$ (ممانعة الدارة)

$$U = Z I_m$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

من خلال الشكل نجد :
(وحسب مبرهنه فيثاغورس)

$$\tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \quad \cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

حالات خاصة :

عندما تكون $U(t)$ متقدمة في الطور على $i(t)$ تكون $\varphi > 0$

أي $\tan \varphi > 0$ وبالتالي $L\omega > \frac{1}{C\omega}$

التأثير المحرض أكبر من التأثير الكثافي (الدارة تحريضية)

عندما تكون $U(t)$ متأخرة في الطور على $i(t)$ تكون $\varphi < 0$

أي $\tan \varphi < 0$ وبالتالي $L\omega < \frac{1}{C\omega}$ الدارة كثافية

عندما تكون $U(t)$ و $i(t)$ على توافق في الطور تكون $\varphi = 0$

$\tan \varphi = 0 \rightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega} \rightarrow L\omega^2 = 1 \rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

و نكلم عن ظاهرة الرنين في هذه الحالة

تكون $Z = R$ دنوية و $I_0 = I = \frac{U}{R}$ قصوى

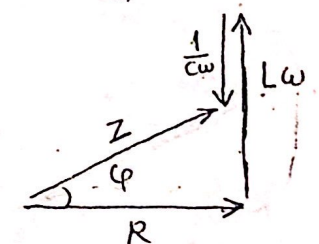
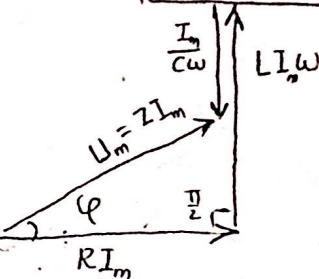
يكون تردد المولد في هذه الحالة هو $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0$

مساويًا للتردد الحامي للدارة RLC

(استجابة الدارة قصوى)

في حالة الرنين $Z = R$ وتتصرف الدارة RLC كموصل أومي
له مقاومة R وبالتالي فإن الشدة القصوى I_0 التي تمر في
الدارة تكون قيمتها مرتبطة بقيمة R.

2- إنشاء فريزيل



$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$$

وعند الرنين $L\omega = \frac{1}{C\omega}$

$$I = I_0 = \frac{U}{R}$$

المولد (مُشِير) يعطي

ترددًا N

الدارة (رنان) تستجيب

لتأثيرات المولد بتمريض

تيار كهربائي فيها

- استجابة الدارة تكون

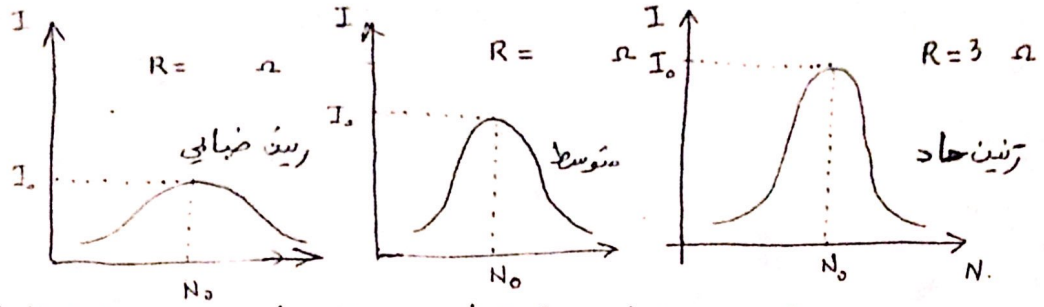
قصوى عندما يعطي

المولد ترددًا N مساويًا

لتردد الحامي N_0

فهي تستجيب بقوة

الدراسة التجريبية لظاهرة الرنين: (مقارنة مع الفقرة III (3))
 من خلال جدول القياسات للتجربة التي أجريتها في القسم نحصل على المدخل التالي



$I = f(N)$ بتغيير قيمة التردد N الممدوح من طرف المولد تتغير

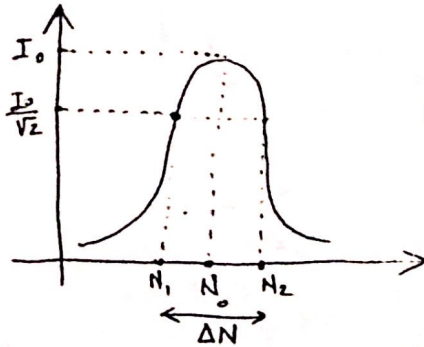
قيمة سعة التيار المار في الدارة وتصل هذه القيمة إلى حد قصوي I_0 (عند الرنين) عندما يكون تردد المولد $N = N_0$ مساوياً للتردد الخاص للدارة.

ونلاحظ تجريبياً أن هذه القيمة I_0 تقل كلما استعملنا مقاومة أكبر بحيث أن الرنين قد يكون حاداً وقد يكون ضبابياً.

ملحوظة: مع الملاحظ أن نحصل على ظاهرة الرنين بالنسبة لقيمة $N_0 \neq N$ وفي $N^2 = N_0^2 - \frac{R^2}{4\pi^2 L^2}$

4 المنطقة المقترنة "ذات 3dB"

منطقة الترددات هاته هي مجال الترددات ΔN للمولد حيث تكون استجابة الدارة بالسعة I في المستوى المطلوب أي أن السعة I على الأقل مساوية للقيمة $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ($I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ هي السعة عند الرنين)



القيمة $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ تحدد ترددين مختلفين N_1, N_2

المنطقة المقترنة "ذات 3dB" هي $\Delta N = N_2 - N_1$ تحديد قيمة ΔN :

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm R \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} = \frac{U}{RV_2} \\ R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 = 2R^2 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{عند الرنين } (Z=R) \quad I_0 = \frac{U}{R} \\ \text{وبالنسبة لـ } I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \text{ لدينا} \\ I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} LC(\omega_2^2 - \omega_1^2) = R(\omega_2 + \omega_1) \\ (\omega_2 - \omega_1)(\omega_2 + \omega_1) = \frac{R}{L}(\omega_2 + \omega_1) \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} LC\omega_1^2 - 1 = -RC\omega_1 \\ LC\omega_2^2 - 1 = +RC\omega_2 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1} = -R \\ L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2} = +R \end{array} \right.$$

$$\Delta N = \frac{R}{2\pi L}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (\omega_2 - \omega_1) = \Delta\omega = \frac{R}{L} \\ \Delta N = \frac{\Delta\omega}{2\pi} \end{array} \right.$$

5 معامل الجودة

نعرف معامل الجودة Q بالعلاقة

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N} \quad \text{علا أن} \quad N_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

عندما تكون R صغيرة يكون Q كبير (دائرة انتقائية) وعندما تكون R صغيرة يكون Q صغير (دائرة مخمدة)

$$Q = \frac{L\omega_0}{R}$$

الشغل والقدرة (Travail et Puissance)

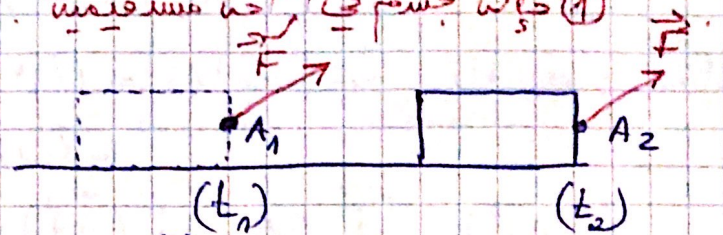
نتكلم عن الشغل كلما بذلنا مجهودا معيناً، لكن في الفيزياء فإتينا نكلم عن (شغل قوة) كلما كانت نقطة تأثير هذه القوة متحركة.

I شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم في الحركة.

(A, F) قوة ثابتة إذا حافظت الموجهة F على نفس الاتجاه، نفس المدى، ونفس للنظم

(1) حالة جسم في الحركة مستقيمة. (2) تعريف

إذا انتقلت نقطة تأثير القوة (A, F) من الموضع A₁ الى الموضع A₂



$$W_{(A, F)}_{A_1 \rightarrow A_2} = \vec{F} \cdot \vec{A_1 A_2}$$

فالشغل القوة الثابتة (A, F) هو: متجهة انتقال نقطة تأثير القوة

$$W_{(A, F)}_{A_1 \rightarrow A_2} = F \cdot AA_2 \cos(\vec{F}, \vec{A_1 A_2})$$

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix}$$

$$\text{حيث } W_{A_1 \rightarrow A_2} = F_x(x_2 - x_1) + F_y(y_2 - y_1)$$

$$\vec{A_1 A_2} = \begin{pmatrix} (x_2 - x_1) \\ (y_2 - y_1) \end{pmatrix}$$

وحدة شغل قوة في S.I هو الجول رمزه (J) الجول هو الشغل الذي تبذله قوة ثابتة شدتها 1N أثناء انتقال نقطة تأثيرها بمتر واحد.

الشغل المحرك، والشغل المقاوم

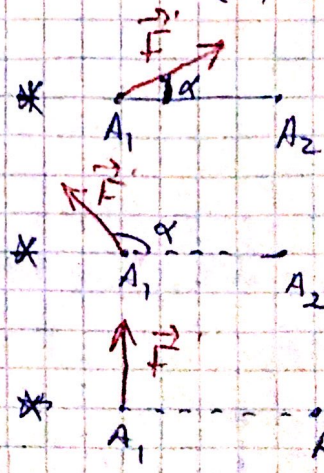
$$W_{(A, F)}_{A_1 \rightarrow A_2} = F \cdot AA_2 \cos(\vec{F}, \vec{A_1 A_2}) = F \cdot AA_2 \alpha$$

إذا كانت $0 < \alpha < \pi/2$ يكون $\cos \alpha > 0$ وبالتالي $W > 0$

في هذه الحالة يكون الشغل محركاً وتسمى القوة بالقوة المحركة

$$W < 0 \iff \pi/2 < \alpha < \pi$$

الشغل مقاوم



$$W = 0 \iff \cos \alpha = 0 \iff \alpha = \pi/2$$

② حالة جسم في اراحة مدخنية .

المسار غير مستقيمي ولحساب شغل القوة الثابتة $(A, \vec{F})$

خلال انتقال نقطة تأثيرها من A_0 الى A_n نعد

الى تقسيم المسار الى اجزاء متناهية في الصغر بحيث يمكن اعتبار كل جزء جزء مستقيمي .

وهكذا فالشغل الجزئي لهذه القوة هو : $W = \vec{F} \cdot d\vec{l}$ (خامس كل جزء

حيث $\vec{l}$ هي متجهة الانتقال الجزئي .

ويساوي شغل القوة $(A, \vec{F})$ خلال انتقال نقطة تأثيرها من A_0 الى A_n

مجموع كل الأشغال الجزئية :

$$\begin{aligned} W_{A_0 \rightarrow A_n}(\vec{F}) &= \vec{F} \cdot \vec{A_0 A_1} + \vec{F} \cdot \vec{A_1 A_2} + \vec{F} \cdot \vec{A_2 A_3} + \dots + \vec{F} \cdot \vec{A_{n-1} A_n} \\ &= \vec{F} \cdot (\vec{A_0 A_1} + \dots + \vec{A_{n-1} A_n}) \\ &= \vec{F} \cdot \vec{A_0 A_n} \end{aligned}$$

المبدأ السليم لمتجهة القوة ومتجهة انتقال نقطة تأثير القوة يُعبر عن شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم طرب في اراحة مدخنية .

③ تطبيق 1 : شغل وزن جسم

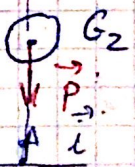
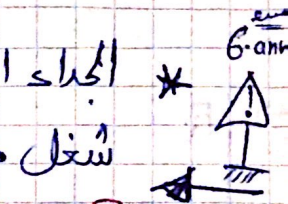
Ⓐ أثناء السقوط الحر للجسم

$$W_{G_1 \rightarrow G_2}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{G_1 G_2} \cos \alpha \quad \text{إذن :}$$

$$(\alpha = 0) \quad W = P \cdot G_1 G_2$$

بتوجيه المحور OZ الى الأعلى واختيار اصل له .

$$W = mg(z_1 - z_2)$$

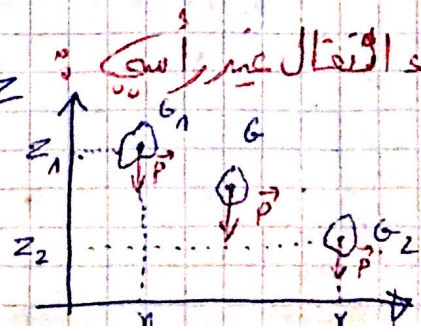


Ⓑ أثناء الانتقال غير رأسي

$$W_{G_1 \rightarrow G_2}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{G_1 G_2} \quad \text{نعلم أن}$$

$$\vec{P} = \begin{pmatrix} P_x \\ P_y \\ -mg \end{pmatrix} \quad \text{و} \quad \vec{G_1 G_2} = \begin{pmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \\ z_2 - z_1 \end{pmatrix}$$

$$W = mg(z_1 - z_2) \quad \text{إذن} \quad W = P_x(x_2 - x_1) + P_y(y_2 - y_1) - mg(z_2 - z_1)$$



ملحوظة :
الفرن قوة محافظة

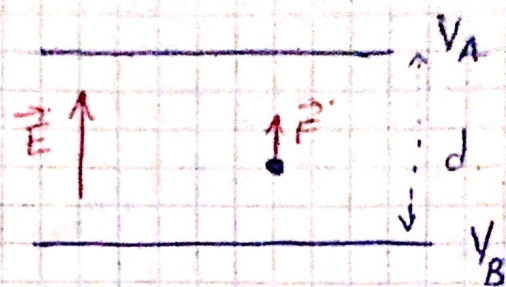
السؤال (2) شغل قوة كهربائية :

لتعتبر شحنة $q > 0$ توجد بجوار معنأ ميسي $\vec{E}$ منتظم. إذا فهي مستطفع لقوة كهربائية

$$\vec{F} = q \vec{E} \quad (\text{إنه فهي قوة تابعة})$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = q \vec{E} \cdot \vec{AB} \quad \text{وشغل القوة}$$

$$\left. \begin{aligned} &\text{وحيث أن } \left. \begin{aligned} &\text{الزاوية } (\vec{E}, \vec{AB}) \text{ تساوي صفر} \\ &\|\vec{E}\| = \frac{V_A - V_B}{d} \end{aligned} \right\} \end{aligned} \right\}$$



$$U = V_A - V_B > 0$$

فإن :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = q E d = q (V_A - V_B)$$

ملاحظة : القوة الكهربائية محافظة .

II شغل قوة متغيرة أثناء انتقال مستقيمي :

$(A, \vec{F})$ غير ثابتة $\rightarrow$ لا يمكن حساب الشغل بالسنة $\vec{L}$

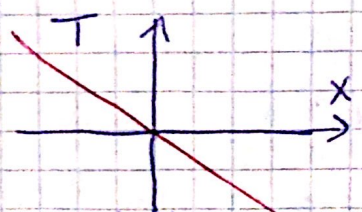
$$W_{(A, \vec{F})} = \sum \delta W \quad , \quad \delta W = \vec{F} \cdot \delta \vec{L}$$

$$= \sum \vec{F} \cdot \delta \vec{L}$$

غالباً ما تكون المسألة معقدة

التي بعض الحالات عندما تتوفر معلومات إضافية مثل :

① شغل القوة التي يطبقها نابض :

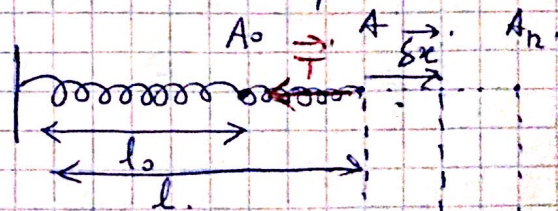


$$T = K(l - l_0) \quad \text{نعلم أن نوتر النابض}$$

إذا كانت A_0 متطابقة مع أصل المعام 0

نكون $\Delta l = l - l_0$ هي x .

وفي المعام $(x, 0)$ يكون إحداثي $\vec{T}$ هو : $T_x = -Kx$



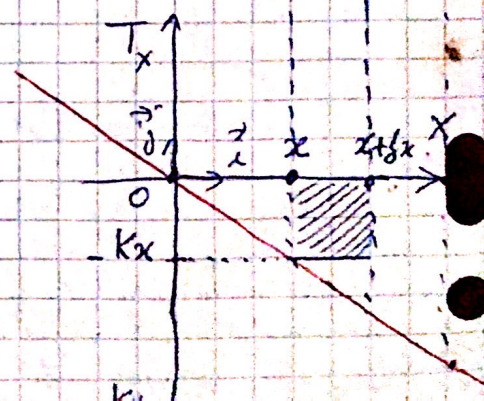
النوتر غير ثابت إذن لحساب شغل القوة $(A, \vec{T})$ سنستخدم

على جمع الأشغال الجزئية : $\delta W = \vec{T} \cdot \delta \vec{x}$

$$\delta W = \vec{T} \cdot \delta \vec{x} = -Kx \cdot \delta x$$

$$W = -Kx \cdot \delta x$$

ملاحظة : هذه القيمة تعبر عن



إذن غالقمة المطلقة لشغل القوة ($W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$) بين الموضعين A_1 و A_2 تقارب مجموع مساحات أشكال المنحرف الجزئية بميزة أخرى فهي مساحة المثلث ONN' :

$$W = -\frac{1}{2} K x_n \cdot x_n$$

$$W(A_1, A_2) = -\frac{1}{2} K x_n^2$$

ملحوظة : إذا كان انتقال الطرف المر للناضي بين موضعين $A_1(x_1)$ و $A_2(x_2)$ فإن

$$W = -\frac{1}{2} K (x_2^2 - x_1^2)$$

(الشكل)

القوة المرنة التي يطبقها النابض قوة محافظة.

III شغل قوة مطبقة على جسم ملب في دوران حول محور ثابت :

① الشغل الجزئي لقوة متعامدة مع محور الدوران

أثناء دوران جزئي بزواوية $\delta\theta$ تنتقل نقطة تأثير القوة ب. لـ أ. هذا الانتقال الجزئي نستطيع اعتباره قريباً جداً من مماس المسار في النقطة

$$\text{إذن } \delta l \approx r \delta\theta$$

إذن : الشغل الجزئي للقوة $(\vec{A}, \vec{F})$ هو :

$$\delta W = \vec{F} \cdot \delta \vec{l}$$

$$\delta W = F \cdot r \cdot \delta\theta \cdot \cos \beta$$

علماً أن :

$$\delta l = r \delta\theta$$

$$\vec{F} = \begin{cases} F \cos \beta \\ F \sin \beta \end{cases}$$

$r \cos \beta = OH$ وهي المسافة العمودية بين المحور وخط تأثير القوة $\vec{F}$

يعني أن $F \cdot r \cos \beta$ تعبر عن عزم القوة بالنسبة للمحور

$$\delta W = M_A(\vec{F}) \cdot \delta\theta$$

ملحوظة ② إذا كان العزم ثابتاً وإذا كانت زاوية دوران الجسم هي $\Delta\theta$ فإن الشغل

$$W = \sum \delta W = \sum M_A(\vec{F}) \cdot \delta\theta = M_A(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$$

مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية

I حالة جسم حُر أثناء سقوطه حُر :

لننظر على نتائج التجربة المحصل عليها أثناء السقوط الحر للكروية .

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{نلاحظ إلى :}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g h \quad \text{والى العلاقة}$$

$$E_c = W(\vec{P})$$

لنعتبر موضعين G_1 و G_2 لمركز الكروية أثناء سقوطها

في اللحظة t_1 وصلت الكروية الى الموضع G_1 ذو الارتفاع h_1 بسرعة v_1
 $E_{c1} = \frac{1}{2} m v_1^2$
 في اللحظة t_2 وصلت الكروية الى الموضع G_2 ذو الارتفاع h_2 بسرعة v_2
 $E_{c2} = \frac{1}{2} m v_2^2$

$$\Delta E_c = E_{c2} - E_{c1} = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = m g (h_2 - h_1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_{c1} = \frac{1}{2} m v_1^2 = m g h_1 \\ E_{c2} = \frac{1}{2} m v_2^2 = m g h_2 \end{array} \right.$$

$m g (h_2 - h_1)$ هي صيغة شغل الوزن أثناء انتقال G_1 من G_2 الى G_1

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) \quad \text{إذن}$$

II حالة جسم حُر في إزاحة مستقيمة :

① تجربة :

الشكل - التسجيل - جدول القياسات

لنعتبر ΔE_c بين اللحظتين t_3 و t_4

و هي نفس الوقت نعين شغل القوى المطبقة على الجسم بين هاتين اللحظتين

$$W = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) \quad \Delta E_c =$$

$$W = W(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{M_3 M_6} = m g M_3 M_6 \cos(\frac{\pi}{2} - \alpha) = m g l \sin \alpha$$

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) \quad \text{نلاحظ أن}$$

② استنتاج :

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} I_A (\omega_2^2 - \omega_1^2) = \sum_{i=1}^n W_i \quad \text{في حالة الدوران}$$

III حالة دوران حول مركز ثقله

المهمة (2) تذكر: عزم مزدوجة قوتين هو $M_c = F \cdot d$ حيث F : شدتها المشتركة d : المسافة بين خطي تأثيرها.

الشغل الجزئي لمزدوجة قوتين يساوي مجموع الشغلين الجزئيين لكل قوة على حدة.

$$\delta W_c = M_{(A_1, F_1)} \cdot \delta \theta + M_{(A_2, F_2)} \cdot \delta \theta.$$

$$= (M_{(A_1, F_1)} + M_{(A_2, F_2)}) \delta \theta = M_c \cdot \delta \theta.$$

وإذا كان العزم ثابتا فإن شغل المزدوجة هو: $W_c = M_c \cdot \Delta \theta$.

(2) شغل مزدوجة الليج

عزم مزدوجة الليج: $M_{(T)} = -C\theta$

والشغل الجزئي للمزدوجة:

$$\delta W = M_{(T)} \cdot \delta \theta = -C\theta \cdot \delta \theta.$$

بنفس الطريقة المتبعة خلال دراسة شغل توتر نابض نجد:

$$W_{\theta \rightarrow \theta_2}^{(T)} = -\frac{1}{2} C \theta_n^2.$$

شغل مزدوجة الليج أثناء الليج من θ_n الى 0.

وإذا تغيرت قيمة الزاوية من θ_1 الى θ_2 يكون شغل

$$W_{\theta_1 \rightarrow \theta_2}^{(T)} = -\frac{1}{2} C (\theta_2^2 - \theta_1^2)$$

المزدوجة هو:

IV - قدرة قوة:

1) مفهوم القدرة: ~~القدرة~~ القدرة: مقدار الشغل الذي يمكن أن يؤديه العامل في وحدة الزمن.

كامل بينما لا تحتاج الجرافة إلا لبضع دقائق. المجهود المبذول هو نفسه يعني نفس الشغل لكن ليست هي نفس المدة. نقول أن الجرافة قدرتها أكبر من قدرة العامل ومن هذا المثال نستطيع أن ندلي بـ

تعريف القدرة: $P_m = \frac{W}{\Delta t}$

الوحدة: الواط W

⑤ القدرة اللحظية : (القدرة في لحظة معينة)

إذا تكلمنا عن طاقة فنعني هذا أن مدة انجاز الشغل $P = \frac{\delta W}{\delta t}$

تلك قصيرة جدًا $\delta W = \vec{F} \cdot \delta \vec{t}$

حيث $\vec{v}$: سرعة الجسم $P = \frac{\vec{F} \cdot \delta \vec{t}}{\delta t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$

(ب) بالنسبة لجسم في حالة دوران حول محور ثابت

$$P = \frac{\delta W}{\delta t} \quad , \quad \delta W = M_A(r, F) \cdot \Delta \theta$$

$$P = M_A(r, F) \cdot \frac{\Delta \theta}{\delta t} \quad \text{! إذن}$$

حيث ω : سرعة الدوران $P = M_A(r^2) \cdot \omega$

ملحوظة : إذا كانت القدرة اللحظية ثابتة مع مرور الزمن ، نتكلم في هذه الحالة عن القدرة المتوسطة . و W بإمكاننا هنا تحديد شغل القوة خلال مدة زمنية معينة Δt $W = P \cdot \Delta t$

الطاقة الحركية لجسم صلب
مبرهنة الطاقة الحركية

I الطاقة الحركية لجسم صلب في إزاحة :

① دراسة السقوط الحر لجسم (مقرر السنة الثانية)

④ تجربة الأنبوب نيوتن

③ دراسة السقوط الحر لكرية

② الطاقة الحركية لجسم صلب في إزاحة :

$W = mgh$ ، إذن هناك علاقة بين W و v ، نزداد بازدياد h وكذلك v ، $\left(\frac{1}{2}mv^2 = mgh \right) \Rightarrow v^2 = 2gh$

أي يكفي W $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

نسبة الطاقة الحركية

II الطاقة الحركية لجسم صلب في دوران حول محور ثابت

II الطاقة الحركية لجسم صلب في دوران حول محور ثابت

لنتوثر جسم صلب في دوران منتظم حول المحور الثابت (A) (سرعة كل نقطة من هذا الجسم هي ثابتة)

نقسم الجسم الى عدة اجزاء صغيرة كتلتها m_i إذن لكل جزء له سرعة $v_i = r_i \omega$ وكل جزء يتحرك على

$$E_{ci} = \frac{1}{2} m_i v_i^2 = \frac{1}{2} m_i r_i^2 \omega^2$$

والطاقة الكلية للجسم هي :

$$E_c = \sum E_{ci} = \sum \frac{1}{2} m_i r_i^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \omega^2 \sum m_i r_i^2$$

نعلم أن $\sum m_i r_i^2 = J_A$ عزم القصور

ب E_c (ج)
(kg m^2) J_A

$$E_c = \frac{1}{2} J_A \omega^2$$

إذن

III عبرة الطاقة الحركية

(1) حالة جسم في إزاحة :

(1) تجربة

أثناء السقوط الحر للجسم وجدنا أن :

في الموضع G_1 المقابل لـ $h=0,2$ أن $v_1 = 2,045$ (ج)
في الموضع G_2 المقابل لـ $h=0,8$ أن $v_2 = 4$ (ج)

$W = mg(z_1 - z_2)$
 $W = 0,1417$

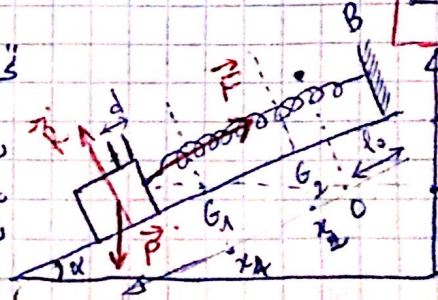
نحن نغير الطاقة الحركية للحركة بين هذين الموضعين ($m=24g$)

$\Delta E_c = E_{c2} - E_{c1}$ إذن
 $E_{c1} = \frac{1}{2} m v_1^2 =$
 $E_{c2} = \frac{1}{2} m v_2^2 =$
 $\Delta E_c = 0,1427$

نلاحظ أن $\Delta E_c = W(p)$

(2) تجربة

تحت تأثير (C, F) و (G, P) و (D, R) يتحرك الجسم نحو الأعلى بواسطة قطعة من ورق مرتبطة بالجسم وبواسطة خليش كهربائية نعين سرعة الجسم في موضعين G_1 و G_2 حيث $v = \frac{d}{t}$



$$\Delta E_c = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ J} \quad \leftarrow \begin{cases} F_1 = & \leftarrow V_1 = 0,6 \text{ m/s} \\ F_2 = & \leftarrow V_2 = 0,937 \text{ m/s} \end{cases}$$

ونحن أيضاً وسننفس الموضعين مجموع الشغل إلى القوى المطبقة على الجسم .

شغل ~~وزن~~ القوة التي يطبقها الرابض على الجسم

$$W_{(F)} = -\frac{1}{2} K (x_2^2 - x_1^2)$$

$$W_{(F)} = 0,205 \text{ J}.$$

شغل وزن الجسم

$$\begin{aligned} W_{(P)} &= m g (z_1 - z_2) \\ &= -m g A_1 A_2 \sin \alpha . \\ &= -0,106 \text{ J} . \end{aligned}$$

شغل القوة $(D, \vec{R})$

$$W_{(R)} = 0$$

$$W_{(F)} + W_{(P)} + W_{(R)} = 9,9 \cdot 10^{-2} \text{ J} . \quad \text{نجد أن :}$$

$$\sum W \simeq \Delta E_c .$$

خلاصة

طاقة الوضع الثقالية - الطاقة الميكانيكية

Energie potentielle de pesanteur - Energie mecanique.

I طاقة الوضع الثقالية : (1) مفهوم طاقة الوضع الثقالية

في مجال الثقالة نسمي طاقة الوضع الثقالية لجسم الطاقة التي يمتلكها نتيجة موضعه بالنسبة للأرض.

- تتدفق مياه الشلالات وتكتسب كمية المياه المتدفقة طاقة تظهر على شكل طاقة حركية وذلك عن طريق شغل وزن الماء.
- عند حملنا لأشياء ثقيلة نجز شغل ومن الممكن ان يكون تغير الطاقة الحركية معزوماً لأن الشغل الذي ادرجناه انتقل الى شكل من اشكال الطاقة و هي طاقة الوضع الثقالية.

(2) تعبير طاقة الوضع الثقالية :

لنعتبر جسماً (ك) ذا كتلة (m) في حالة سقوط حر.

شغل وزن الجسم أثناء انتقاله من الموضع G_1 الى الموضع G_2 هو :

$$W(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{G_1 G_2} = mg (Z_1 - Z_2)$$

نكتبه على شكل :

$$W(\vec{P}) = mg Z_1 - mg Z_2$$

$mg Z_1$: طاقة تتعلق بالانسوب Z_1 وهي توافق طاقة الوضع للجسم

عند الانسوب Z_1 نرمز لها بـ $E_p = mg Z_1$

إذن :

$$W(\vec{P}) = E_{p_1} - E_{p_2}$$

بصفة عامة نعرف بطاقة الوضع الثقالية :

C : ثابتة اعتباطية نعينها بتحديد

$$E_p = mg Z + C$$

الحالة المرجعية التي نحدد فيها الطاقة الوضع

الثقالية الفيزية $E_p = 0$

وهكذا تكون E_p ايجابية او موجبة حسب موضع الجسم بالنسبة للحالة المرجعية

إذا كان انسوب الحالة المرجعية هو Z_0 يكون لدينا $E_p(Z_0) = mg Z_0 + C = 0$

$$C = -mgz_0 \quad \text{إذن}$$

وبصفة عامة تكون

$$E_p = mgz - mgz_0$$

$$E_p = mgz$$

وفي الحالة الخاصة إذا اخترنا الحالة المرجعية بحيث $z_0 = 0$ فإن
من طاقة مع
أصل الأناسيب

نرى هو صيغتين

③ تغيير طاقة الوضع الثقالية :

كيف إذا اخترنا الحالة المرجعية يكون تغيير طاقة الوضع الثقالية لجسم (س) هو

$$\Delta E_p = E_{p_2} - E_{p_1} = mgh$$

نفسه :
إذا كان : $z_2 < z_1$ يكون $\Delta E_p < 0$ بفقد الجسم طاقة الوضع أثناء سقوطه
إذا كان : $z_2 > z_1$ يكون $\Delta E_p > 0$ يكتسب ... أثناء صعوده

$$\Delta E_p = mgz_2 - mgz_1$$

II الطاقة الميكانيكية :

① إبراز الطاقة الميكانيكية (تعريفها)

لنتناول من جديد السقوط الحر للجسم (س)

نطبق مبرهنة الطاقة الميكانيكية على (س) عند ما ينتقل من G_1 إلى G_2

$$\Delta E_c = W_{G_1 \rightarrow G_2}(\vec{p})$$

$$E_{c_2} - E_{c_1} = mg(z_1 - z_2)$$

$$W(\vec{p}) = E_{p_1} - E_{p_2}$$

ونعلم أن

إذن

$$E_{c_2} - E_{c_1} = E_{p_1} - E_{p_2}$$

بصيغة أخرى

$$E_{c_2} + E_{p_2} = E_{c_1} + E_{p_1}$$

المقدار $E_c + E_p$ نسميه بالطاقة الميكانيكية لـ (س) في مجال الثقالية

ونرمز لها بـ

وهذه العلاقة تعبر عن صيغة

الطاقة الميكانيكية لجسم عند أي لحظة

$$E_m = E_c + E_p$$

في الحالة الخاصة (الحالة المرجعية $E_p = 0$ عند $z = 0$)

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + mgz$$

فالطاقة الميكانيكية (الكليّة)

② انحفاظ الطاقة الميكانيكية :

④ حالة جسم خاضع لوزن فقط :

في حالة السقوط الحر وجدنا انه :

$$E_{c2} + E_{p2} = E_{c1} + E_{p1}$$

$$E_{m2} = E_{m1}$$

الطاقة الميكانيكية تروفظ

لذلك نقول ان الوزن قوة محافظة

وبصيغة أخرى : $E_{c2} - E_{c1} = E_{p1} - E_{p2}$

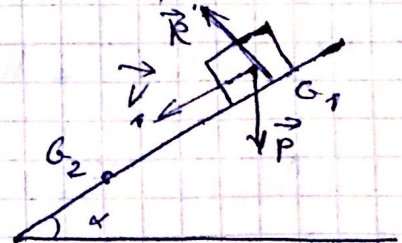
$$E_{c2} - E_{c1} = -(E_{p2} - E_{p1})$$

$$\Delta E_c = - \Delta E_p$$

تغير الطاقة الحركية لجسم خاضع لوزن فقط
يساوي مقابل تغير طاقة الوضع الثقالية.

③ جسم مطب خاضع لعدة قوى بدون احتكاك

ينزلق الجسم بدون احتكاك من الوضع 1 الى الوضع 2
فيخرج عن ذلك تغير طاقة الوضع الثقالية .



$$E_{c2} - E_{c1} = - W(\vec{P})_{G1G2}$$

$$\Delta E_p = - W(\vec{P})$$

وتغير الطاقة الحركية :

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) \quad \text{المبرهنة :}$$

$$\Delta E_c = W(\vec{P})$$

اذن $W(\vec{R}) = 0$.

$$\Delta E_c = - \Delta E_p$$

اذن تنحفظ الطاقة الميكانيكية في هذه الحالة ايضا :

$$E_{c2} + E_{p2} = E_{c1} + E_{p1}$$

$$E_{m2} = E_{m1}$$

ويمكن التعبير عن انحفاظ الطاقة الميكانيكية لجسم

بالعلاقة

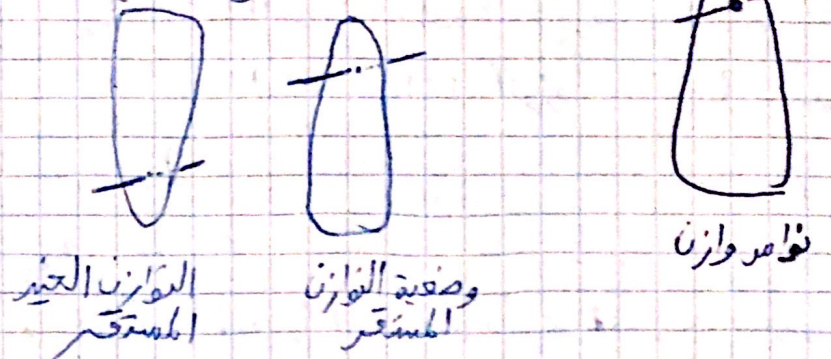
$$E_m = \frac{1}{2} m v^2 + m g Z = \text{const}$$

في غياب الاحتكاك تعتبر قوى المماس كقوى محافظة لها بها لا تغير الطاقة الميكانيكية للجسم

(ج) النواس الوازن :

النواس الوازن هو كل جسم صلب يدور حول محور ثابت (Δ) أفقي ثابت. لكنه لا يدور
بمركز قصور G.

يأخذ النواس موضعين للتوازن :



إذا ازحنا النواس عن موضع توازنه المستقر يتأرجح حوله في حركة تذبذبية

يخضع النواس لـ $\vec{P}$ و $\vec{R}$ التي يطبقها المحور

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) \quad \text{مبرهنة الطاقة الميكانيكية}$$

إذن $W(\vec{R}) = 0$

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) = E_{p1} - E_{p2}$$

$$E_{c2} - E_{c1} = E_{p1} - E_{p2}$$

$$E_{c2} + E_{p2} = E_{p1} + E_{c1}$$

إذن : في غياب الاحتكاكات تكون الطاقة الميكانيكية للنواس وازن

ثابتة في مجال الثقالة . $E_m = \text{const}$

$$E_m = E_c + E_p \quad \text{يمكن كتابته}$$

$$E_m = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 + mgZ = \text{const.}$$

ملحوظة : في واقع الأمر لم يكن إهمال الاحتكاكات (هنا . محور) لم يكن الحركة
التذبذبية للنواس ينتهي بها الأمر إلى التوقف عن الحركة معنى ذلك أن الطاقة
الميكانيكية توفد تدريجياً .

⑤ خلاصة : إذا كان شغل كل القوى المطبقة على الجسم معدوماً باستثناء
شغل وزنه تحفظ الطاقة الميكانيكية للجسم

(3) عدم الحفظ الطاقة الميكانيكية
(4) جسم مط خاضع لقوى الاحتكاك :

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) \quad \text{مبرهنة الطاقة}$$

$$\Delta E_c = -\Delta E_p + W(\vec{R})$$

$$\Delta E_c + \Delta E_p = W(\vec{R})$$

قوى الاحتكاك غير
محافظية

$$\Delta E_m = W(\vec{R})$$

$$\Delta E_m \neq 0 \quad \text{أي} \quad W(\vec{R}) \neq 0$$

عدم الحفظ الطاقة الميكانيكية

$$\Delta E_m < 0 \quad W(\vec{R}) < 0 \quad \text{سغل مقاوم} \quad \Delta E_m < 0$$

جسم أثناء حركته في

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p \neq 0$$

حالة خضوعه لقوى الاحتكاك

تغير طاقة الوضع القالبية لم يساوي مقابل تغير

الطاقة الحركية جزء فقط من ΔE_m هو الذي تحول الى طاقة حركية .

تعميم :

لنعتبر جسما (s) خاضع لقوى محافظة $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ وواحدة غير محافظة $\vec{F}'$

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{F}_1) + W(\vec{F}_2) + \dots + W(\vec{F}_n) + \dots$$

$$= W(\vec{P}) + W + W'$$

$$\Leftarrow W=0$$

$$\Delta E_c = -\Delta E_p + W'$$

$$\Delta E_c + \Delta E_p = W'$$

$$\Delta E_m = W'$$

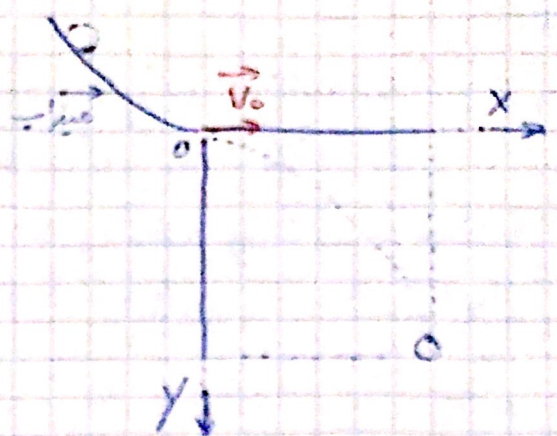
بين لحظتين t_1 و t_2 يكون مجموع أعمال كل القوى المحفوظة مساويا
لتغير الطاقة الميكانيكية .

① حركة قذيفة في مجال الثقالة :

١- الدراسة التجريبية :

تدحرج الكرة الفولاذية فوق الميزاب وتتأخره بسرعة
بدئية V_0 أفقية .

وسطح يتبع x و y بالنسبة لكل موضع قذيفة الكرة

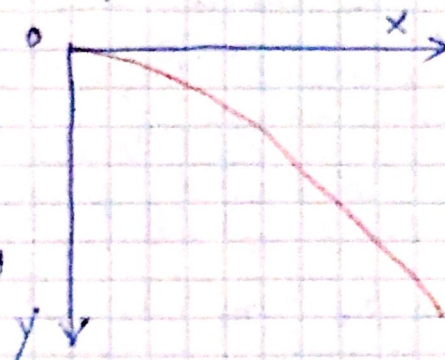


ومن بعد نجد أن

$$y = Kx^2$$

المعادلة عبارة عن

مستقيم



٢- الدراسة النظرية للحالة العامة :

نقذف القذيفة بسرعة بدئية V_0 أفقية من

V_0 تكون زاوية α مع المستوى الأفقي

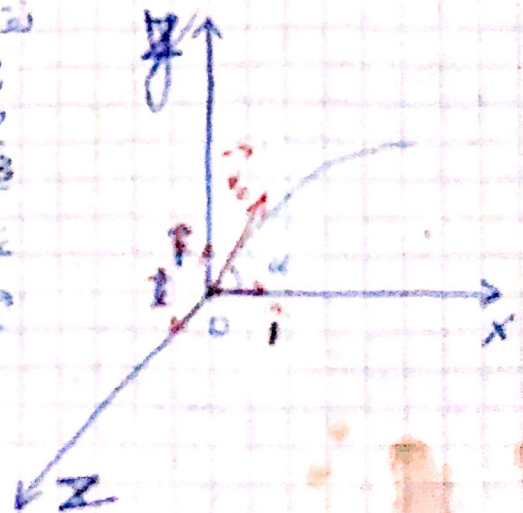
في الموضع $(0, 0, 0)$ المرتبط بالأرض والذي نعتبره

غالبًا نظرية العلاقة الأساسية للديناميك

بإهمال تأثير الهواء نكتب

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$



* متجه التسارع للنقطة المادية M :

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \\ a_z = 0 \end{cases} \quad \vec{P} \begin{cases} 0 \\ -mg \\ 0 \end{cases}$$

نستنتج أن متجه التسارع $\vec{a}$ رأسية مناهضة للأعلى إلى الأسفل

ومنه $\vec{a} = -g\vec{j}$

* متجهة السرعة $\vec{v}$ للنقطة المادية :

$$\begin{aligned} \dot{x} = v_x = C_1 \\ \dot{y} = v_y = -gt + C_2 \\ \dot{z} = v_z = C_3 \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} a_x = \ddot{x} &= 0 \\ a_y = \ddot{y} &= -g \\ a_z = \ddot{z} &= 0 \end{aligned} \right.$$

اعتمادا على الشروط الأولية في $t=0$ كانت $\vec{v} = \vec{v}_0$

إذن : عند $t=0$ لدينا :

$$\vec{v} = \begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + v_0 \sin \alpha \\ v_z = 0 \end{cases} \quad \text{إذن} \quad \begin{cases} C_1 = v_{x_0} = v_0 \cos \alpha \\ C_2 = v_{y_0} = v_0 \sin \alpha \\ C_3 = v_{z_0} = 0 \end{cases}$$

$$\vec{v} = v_0 \cos \alpha \vec{i} + (-gt + v_0 \sin \alpha) \vec{j} \quad \text{أي :}$$

أي : ان متجهة السرعة توجد في المستوى $(0, x, y)$ الشئ الذي يدل على أن حركة القذيفة حركة مستوية .

* إحداثيات النقطة M :

$$M \quad \begin{cases} x = v_0 \cos \alpha t + C'_1 \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t + C'_2 \\ z = C'_3 \end{cases} \quad \leftarrow \vec{v} \quad \begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha = \dot{x} \\ v_y = -gt + v_0 \sin \alpha = \dot{y} \\ v_z = 0 = \dot{z} \end{cases}$$

الثوابت C'_1 و C'_2 و C'_3 فحددها اعتمادا على الشروط الأولية :

عند $t=0$ و $x_0=0$ و $y_0=0$ إذن $C'_1 = C'_2 = C'_3 = 0$ وعليه فإن :

$$(1) \quad x = v_0 \cos \alpha t$$

$$(2) \quad y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t$$

$$(3) \quad z = 0$$

معادلة المسار

$$l = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad \leftarrow (1) \quad \text{وتعويضها في (2)}$$

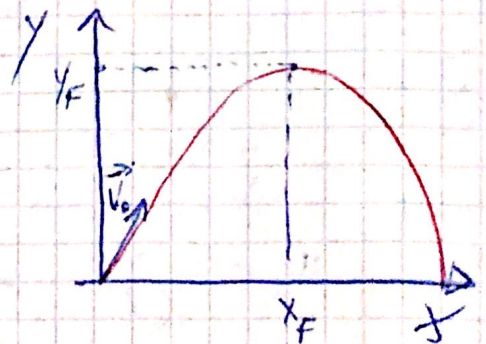
$$y = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos \alpha} \right)^2 + v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y = -\frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha x$$

وهي معادلة تحتاج

تعبير نحوي
x خالصا = المسار :

أعلى نقطة تصل إليها القذيفة بتسريعها هذه المسار
أحد شيئاها $y_F = x_F$ نحدد بها كالتالي
في هذه النقطة تكون :
اذن : $\frac{dy}{dx} = 0$



$$-\frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} x_F + \tan \alpha = 0$$

$$x_F = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$x_F = \tan \alpha \cdot \frac{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$

$$y_F = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$x_F = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$$

و أعلى قمة المسار تكون بالنسبة لـ $\alpha = \pi/2$ (قذيفة رأسية)
المسافة (فوق المحور x) بين 0 و P نقطة سقوط القذيفة تسوي بالمدى
نقطة الإطلاق 0 $x_P = 0$

$$\leftarrow y_P = 0$$

$$x_P = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

تكون المدى قصويا بالنسبة لـ $\sin \alpha = 1$ أي $2\alpha = \pi/2$ وعند $\alpha = \pi/4$

السقوط الحر لجسم صلب Chute libre d'un solide.

نتيجة لاختلاف أشكالها وأحجامها ونتيجة لتأثير الهواء عليها لم تسقط الأجسام على الأرض بنفس الطريقة .

I السقوط الحر : الدراسة التجريبية :

① انبوب نيوتن

نتكلم عن السقوط الحر للجسم اذا كان هذا الأخير خاضع لوزنه فقط (انعدام تأثير الهواء) وتجربة انبوب نيوتن تمكننا من ذلك حيث نستدريج انه رغم اختلاف أشكال وأحجام الاجسام فإن هذه الأخيرة تسقط مرفقة مسار رأسي مستقيمي ودخل الى قعر الانبوب في نفس اللحظة .

استنتاج : كيفما كان الجسم فسقوطه الحر (في الفراغ) يكون سرعة بدئية تكون له حركة مستقيمة رأسية .

ملحوظة : محاربتنا في السنة الماضية فأتناء السقوط الحر للجسم تزداد سرعته

② دراسة السقوط الحر لحركية :

باختيار ارتفاعات للسقوط غير كبيرة يمكن اهل تأثير

الهواء بالنسبة لتأثير الأرض

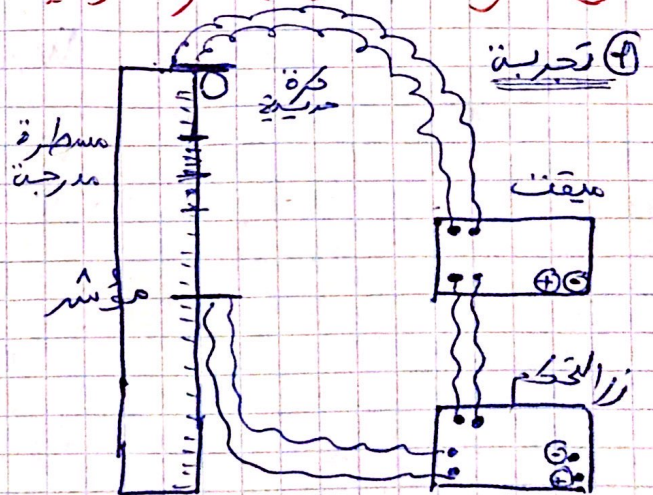
* (t) مدة السقوط نقيدها باستعمال خليتين

كهروضوئيتين مرتبطتين بالمقياس الإلكتروني

* يمكن أيضا تحيين المدة Δt التي يستغرقها مرور

الكرة امام الخلية (أي نحدد $v = \frac{d}{\Delta t}$ و d قطر

الكرة المسافة المقطوعة يمكن ضبطها



وهكذا يمكن الحصول على عدة قيم للنزوح (x, t) .

③ جدول القياسات :

$$x = g(t^2)$$

$$v = f(t) \quad \text{و} \quad v = at$$

$$(a \approx g)$$

$$a = \frac{v}{t} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$v = at^2$$

④ استنتاج

حل مسألة : عند السقوط الحر لجسم بدون سرعة بدئية :

$$x = \frac{1}{2} g t^2$$

$$v = g t$$

$$x = \frac{1}{2} g \frac{v^2}{g^2}$$

$$\leftarrow t = \frac{v}{g}$$

بافتراض (ت) من العلاقات :

$$\boxed{v^2 = 2 g x}$$

II الطاقة الحركية لجسم طرب وسغل وزنه .

(1) الطاقة الحركية لجسم طرب في الارتفاع :

(P) تعريف حركة الارتفاع :

(C) الطاقة الحركية :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

(2) الطاقة الحركية لجسم أثناء السقوط الحر (سغل وزنه)

$$v^2 = 2 g h$$

بالنسبة للسقوط الحر $v^2 = 2 g h$

رأيت أنه

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \cdot 2 g h$$

إذن

$$\frac{1}{2} m v^2 = m \cdot g \cdot h$$

$$E_c = W(\vec{P})$$

تحريك الجسم الصلب. Dynamique du solide.

I العلاقة الأساسية لديناميك.

① تذكير :

في معلم غاليلي، أثناء حركة جسم لدينا :

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}_G \quad (\text{تسارع مركز القصور})$$

إذا كان الجسم في إزاحة مستقيمة تكون لكل نقطة الجسم لها عينا مركز القصور G نفس الحركة وإذا كانت $\vec{a}_G = 0$ تكون حركة G مستقيمة منتظمة و $\Sigma \vec{F} = 0$ (مبدأ القصور)
- إذا كان الجسم في دوران حول محور ثابت يكون لدينا :

$$\Sigma M_A(\vec{r}, \vec{F}) = J_A \cdot \alpha$$

J_A : عزم القصور
 α : التسارع الزاوي

نذكر أن $a = \alpha r$ التسارع الخطي α التسارع الزاوي
 r : المسافة بين النقطة المعينة والمحور

② فائدة العلاقة :

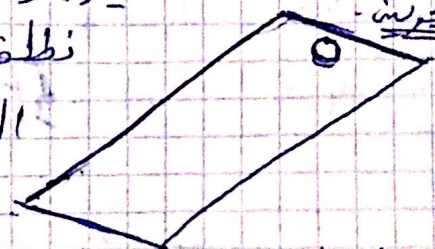
تبرز العلاقة الموجودة بين المقادير الحركية (القوة - العزم - ...) والمقادير الحركية (السرعة - التسارع - ...)

II تطبيقات

① تأثير مستوى مائل على جسم دلي في إزاحة

- التأثير بدون احتكاك

نطلق الجسم ($m = 0,560$) فوق منضدة مائلة فوق التسجيل :
 $G = 0,065$



دراسة التجربة

بواسطة التأخير

الموضع	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
x_i	0	0,5	1,5	3	5	7,5	10,5	
V_{x_i}		$\frac{1,5}{12}$	$\frac{2,5}{12}$	$\frac{3,5}{12}$	$\frac{4,5}{12}$	$\frac{5,5}{12}$		
a_{x_i}		$1,36$	$1,36$	$1,36$	$1,36$	$1,36$		

الجدول :
نستنتج أن حركة

الرمية مستقيمة منتظمة

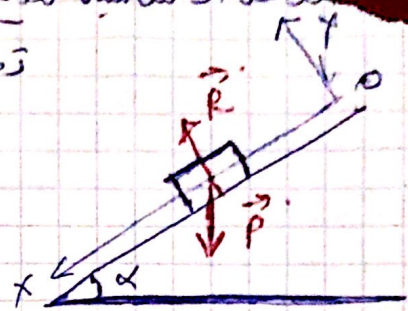
بانتظام $a = 1,36$

نعين

$$V_i = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2\Delta t}$$

$$a_i = \frac{V_{i+1} - V_{i-1}}{2\Delta t}$$

العلاقة الأساسية لديناميك
تخضع الرمية لـ $(G, \vec{P})$ و $(A, \vec{R})$
 $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$



$$R_x = m(a_x - g \sin \alpha) = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} P_x + R_x = m a_x \\ P_y + R_y = m a_y \end{array} \right.$$

$$R_y = -P_y = -(-mg \cos \alpha) = 4,85 \text{ N}$$

$\vec{R}$ عمودية على المستوى، إذن ليس هناك احتكاك

$$\vec{R} = R_y \vec{j}$$

الحرية : التأثير بالاحتكاك :

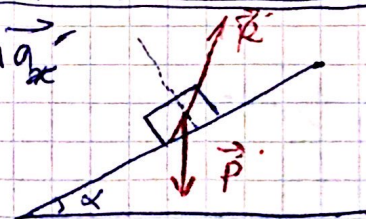
نقوم بنفخ التجربة السابقة لكن في هذه الحالة يكون احتكاك بين الجسم والمنزلة التسجيل :

الجدول : 6,9 5 3,4 2,1 1,1 0,4

استنتاج : حركة مستقيمة متسارعة بانتظام $a = 0,23 \text{ m/s}^2$

طريقة العلاقة الأساسية للديناميك :

$$\vec{P} + \vec{R}' = m\vec{a}'$$



$$R'_x = m a'_x - P_x$$

$$R'_y = m a'_y - P_y$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_x + R'_x = m a'_x \\ P_y + R'_y = m a'_y \end{array} \right.$$

اعتمادا على النتائج التجريبية :

$$R'_x = m(a'_x - g \sin \alpha) = -0,275 \text{ N} \quad 0,275 \text{ N}$$

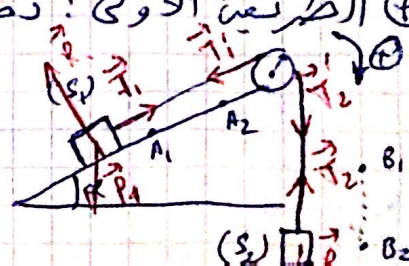
$$R'_y = -P_y = + mg \cos \alpha = 9,77 \text{ N} \quad 4,8 \text{ N}$$

$$K = \tan \varphi = \frac{R'_x}{R'_y} = 0,027 \quad \text{احتكاكات} \quad \vec{R} \text{ لها مركبتين} \quad \varphi = 3,00^\circ$$

② دراسة مجموعة مكونة من عدة اجسام في ازا حركتها

④ الطريقة الاولى : طريقة العلاقة الأساسية للديناميك

$$\begin{array}{l} m_1 = 172 \text{ g} \\ m_2 = 100 \text{ g} \\ \alpha = 10^\circ \\ r = 5 \text{ cm} \end{array}$$



• تطبيق المبرهنة الأساسية : تطبيق المبرهنة الأساسية على الحركة :
بين اللحظتين t_1 و t_2 .

$$\frac{1}{2} J_A \omega_2^2 - \frac{1}{2} J_A \omega_1^2 = \mu_A(\vec{T}_1) \cdot \Delta\theta + \mu_A(\vec{T}_2) \cdot \Delta\theta.$$

$$\frac{1}{2} J_A \frac{v_2^2}{r^2} - \frac{1}{2} J_A \frac{v_1^2}{r^2} = -T_1' r \cdot \frac{A_1 A_2}{r} + T_2' r \cdot \frac{A_1 A_2}{r}.$$

$$= \frac{A_1 A_2}{r} (T_2' - T_1')$$

$$\frac{1}{2} J_A \left(\frac{v_2^2}{r^2} - \frac{v_1^2}{r^2} \right) = A_1 A_2 (T_2' - T_1')$$

$$J_A = \frac{2 r^2 A_1 A_2}{v_2^2 - v_1^2} (T_2' - T_1').$$

• تطبيق المبرهنة على الجسم (S1) :

$$\frac{1}{2} m_1 v_2^2 - \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = W(\vec{P}_1) + W(\vec{R}_1) + W(\vec{T}_1)$$

$$= -mg A_1 B_2 \sin \alpha + 0 + T_1 A_1 A_2$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{\Delta E_{C1} + mg A_1 B_2 \sin \alpha}{A_1 A_2}$$

$$\boxed{T_1 = 0,713 \text{ N}}$$

تدع : $\Delta E_C = 0,209 \text{ J}$

$A_1 A_2 = 0,5 \text{ m}.$

• تطبيق المبرهنة على (S2)

$$\Delta E_{C2} = W(\vec{P}_2) + W(\vec{T}_2)$$

$$= m_2 g B_1 B_2 - T_2 B_1 B_2.$$

$$T_2 = \frac{m_2 g B_1 B_2 - \Delta E_{C2}}{B_1 B_2}$$

$$T_2 = 0,737 \text{ N}$$

$$B_1 B_2 = A_1 A_2 = 0,5$$

$$\Delta E_{C2} = 0,122 \text{ J}$$

$$J_A = \frac{2 r^2 A_1 A_2}{v_2^2 - v_1^2} (T_2' - T_1') = 6,15 \cdot 10^{-6} \text{ kg m}^2 : J_A \text{ عزم العكس}$$

البكرة في دوران : $\Sigma M_A = J_A \alpha$

$$M(\vec{T}_1') + M(\vec{T}_2') = J_A \alpha$$

$$-T_1' r + T_2' r = J_A \cdot \frac{a}{r}$$

$$J_A = (T_2' - T_1') \frac{r^2}{a}$$

لتعین قيمة التسارع a و T_1' و T_2'

تعین التسارع : الخيط غير قابل للامتداد $\leftarrow (S_1)$ و (S_2) وكل نقط الخيط لها نفس التسارع في كل لحظة .

لدينا : $V_2^2 - V_1^2 = 2a(x_2 - x_1)$ بواسطة خليتين كهروضوئيتين

نقيس V_1 و V_2 في لحظتين t_1 و t_2

$$a = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2(x_2 - x_1)} = 2,437 \text{ m/s}^2$$

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= 1,25 \text{ m/s} \\ V_2 &= 2,00 \text{ m/s} \\ x_2 - x_1 &= 0,5 \text{ m} \end{aligned} \right\}$$

تعین T_1' و T_2' :

$$\begin{aligned} T_1' &= T_1 \\ T_2' &= T_2 \end{aligned}$$

بالنسبة للجسم (S_1) : $\vec{P}_1 + \vec{R}_1 + \vec{T}_1 = m_1 \vec{a}$

$$-m_1 g \sin \alpha + 0 + T_1 = m_1 a$$

$$T_1 = m_1 (a + g \sin \alpha) = T_1'$$

إذن

بالنسبة للجسم (S_2) : $\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}$

$$m_2 g - T_2 = m_2 a$$

$$T_2 = m_2 (g - a) = T_2'$$

تعین عزيم القصور J_A :

$$J_A = (T_2' - T_1') \frac{r^2}{a}$$

$$J_A = \left[g(m_2 - m_1 \sin \alpha) - a(m_1 + m_2) \right] \frac{r^2}{a}$$

$$J_A = 6,23 \cdot 10^{-6} \text{ Kg m}^2$$

الموصلية والمواصلة

I مواصلة محلول إلكتروليتي

- 1- التيار الكهربائي في محلول إلكتروليتي
تنبؤ التجربة أن التيار الكهربائي في
الإلكتروليتات ناتج عن الهجرة المزدوجة
للأيونات
- 2- المواصلة

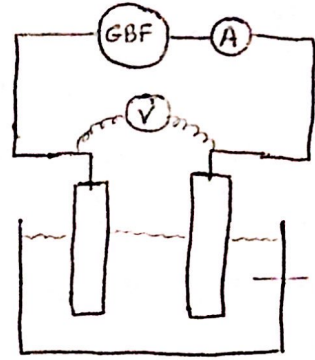
④ تجربة :

تعمل على تغيير التوتر U المطبق بين مرطبي الإلكترودين
ونقيس شدة التيار في كل مرة .

جدول القياسات

			1	0,8	0,6	0,4	0,2	$U(V)$
			10	8,2	6	4,5	2,2	$I(mA)$

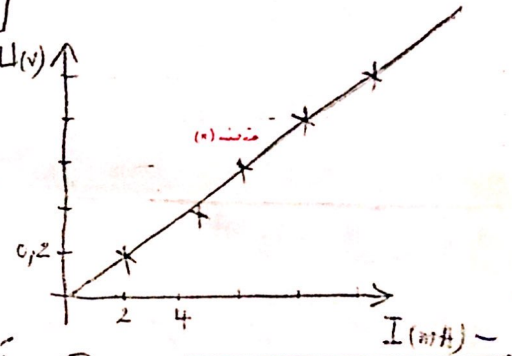
المزحني $U = f(I)$



محلول
 $(Na^+ + Cl^-)_{aq}$
 $C = 0.01 \text{ mol/l}$

نستنتج أن : $U = RI$ أو $I = GU$

حيث $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$
مواصلة المحلول
وحداتها السيمنس (S)



II موصلية المحلول

- ① وتنبؤ التجربة أيضا أن المواصلة G تتناسب مع
المساحة S للجزء المغمور من الصفحتين وتتناسب عكسيا مع
المسافة L بين الصفحتين
- ② وتتعلق أيضا بنوعية الأيونات وحركيتها في المحلول و
الثابتة σ مرتبطة بذلك

$$G = \sigma \frac{S}{L}$$

σ : تسمى بالموصلية وحدتها $(S \cdot m^{-1})$ لها علاقة بتركيز المحلول .

مثال : بالنسبة للمحلول $(Na^+ + Cl^-)_{aq}$

$$\sigma = \lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-]$$

↓
الموصلية
المولية
الأيونية
 $S \cdot m^{-1} \cdot mol^{-1}$

↓
التركيز
 $mol \cdot m^{-3}$

↓
الموصلية
المحلول
 $S \cdot m^{-1}$

$$\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$$

عموما

$$G = \sigma \frac{S}{L}$$

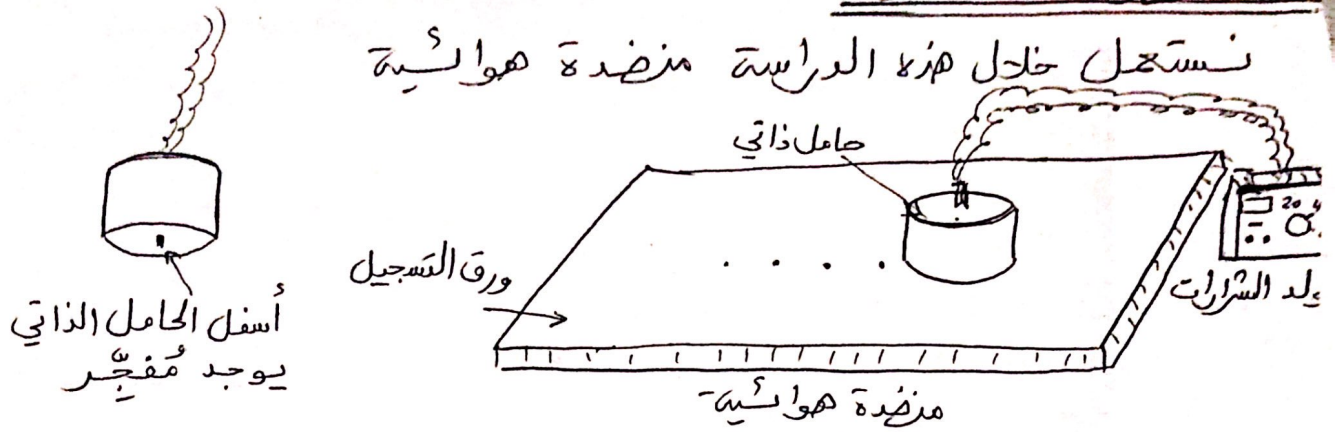
الموصلية المولية
الأيونية

لها علاقة بخلية
القياس

لها علاقة بالمحلول
بنوعية الأيونات

G : مواصلة المحلول (S)
 σ : موصلية المحلول ($S \cdot m^{-1}$)

II الطريقة التجريبية :

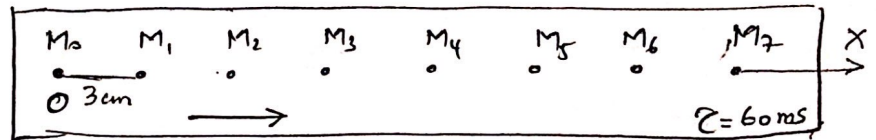


- يتحرك الحيتال فوق المنضدة الهوائية بدون احتكاك
 - مولد الاشارات يرسل إشارات متتالية (في مد زمنية متساوية) إلى المقياس لكي يُسجل النقط التي تحدد مسار حركة الحيتال
- III دراسة بعض أنواع الحركة :

① الحركة المستقيمة المنتظمة

نطلق الحامل الذاتي فوق المنضدة الهوائية الأفقية ونسجل حركته حيث نضبط المدة الزمنية لمولد الشرارات على القيمة $\Delta t = 60 \text{ ms}$ فنحصل على التسجيل التالي :

نحدد المواضع بنقطة ونختار أولها معلوم الزمان ثم أولها معلوم الزمان ،



مثلاً : نختار الموضع M_0 كأول معلوم الزمان الذي يتضمن محوراً واحد ونختار اللحظة التي يحتل فيها المتحرك الموضع M_4 كأولها للزمن

مبيقات الحركة

نحدد قيم السرعات اللحظية بواسطة طريقة التأخير

$$V_0 = \frac{M_1 - M_0}{\Delta t} \quad \text{مثال} \quad V_2 = \frac{M_3 - M_1}{2\Delta t}$$

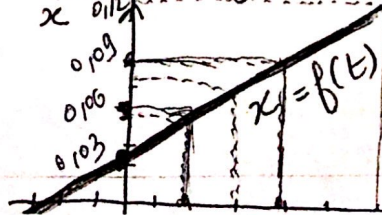
الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4
التاريخ (s)	-0,06	0	0,06	0,12	0,18
الوقوع (s)	0	0,03	0,06	0,09	0,12
السرعة (m/s)		0,5	0,5	0,5	

المختص نرسم المخطط المعتبر عن تفسيرات الأوقوع Δt بدلالة الزمن t

$x = f(t)$ عبارة عن دالة تأكيد

$$x = at + b$$

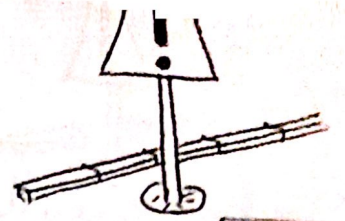
$$x = vt + x_0$$



فنحصل على

$$x(t) = 0,5t + 0,03$$

المعادلة الزمنية

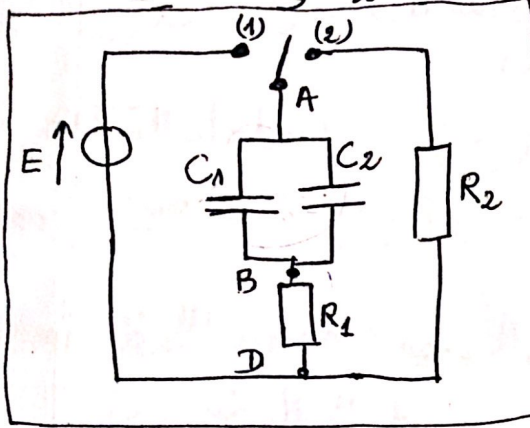


الفيزياء

يتضمن التركيب جانب مولد للتوتر المستمر يفتح توتراً ذو رتبة صاعدة

$E = 8V$, موصلين أو ميين $R_1 = 20 K\Omega$ و $R_2 = 15 K\Omega$ و مكثفين

سماثلين يسعناهما $C_1 = C_2 = 3 \mu F$



[1] حدد قيمة السعة C_{AB} للمكثف المكافئ (حسب التركيب)

[2] عند لحظة $t=0$ نغلق قاطع التيار على الوضع (1)

حيث تكون شحنة المكثف المكافئ $q_{AB}(t=0) = 0$

[3] من خلال العلاقة بين التوترات E , U_{BD} , U_{AB}

جد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q_{AB}(t)$

ثم حدد صيغة حلها

[4] احسب قيمة $q_{AB}(t)$ عند اللحظة $t = 120 \mu s$ و حدد أيضاً أقصى قيمة تبلغها q_{AB}

[5] حدد صيغة سدة التيار $i(t)$ المار في الدارة وأرسم شكل تقريبي

للدالة $i(t)$ مع إبراز قيمة i_{max} على المنحنى.

[6] نؤرج قاطع التيار على الوضع (2) في لحظة t_0 نعتبرها أملاً للزمن

[7] حدد قيمة الطاقة المخزونة في المكثف المكافئ عند اللحظة t_0

[8] اكتب صيغة هذه الطاقة عند لحظة t ثم احسب قيمتها عند اللحظة $t = t_0$

البقري II عند مفتح له عمر النصف $t_{1/2} = 140$ يوم (يوم ذ). حدد الفترة الزمنية (تأينة الزمن) التي تمضي حتى تنحل $\frac{3}{4}$ أنوية الأصلية.

الكيمياء عند ضغط ثابت $P = 1 \text{ atm}$ ودرجة حرارة $t = 25^\circ C$ خصل على غاز CO_2 نتيجة تفاعل

أوكسيد النحاس II والكربون [1] اكتب معادلة التفاعل ووازنها علماً أننا خصل أيضاً على النحاس

[2] اكتب الجول الوهمي ثم حدد تعبير تقدم التفاعل $x(t)$ بدلالة x_{max} و $V_{CO_2}(t)$ و $V_{CO_2}(max)$

[3] لدينا $V_{CO_2} = f(t)$ (حيث نعتبر CO_2 غازاً كاملاً) $R = 0,082 \text{ atm.l.mol}^{-1}.K^{-1}$ ثابتة

[4] احسب كتلة أوكسيد النحاس المستحالة علماً أنه هو

المفاعل المحدث

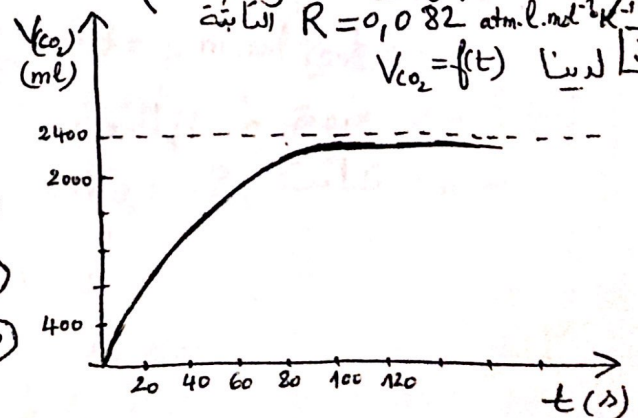
[5] اعتبر سرعة التفاعل $v(t)$ بدلالة $n(t)$ كمية مادة

الكربون المتبقية عند اللحظة t ثم بدلالة $V_{CO_2}(t)$

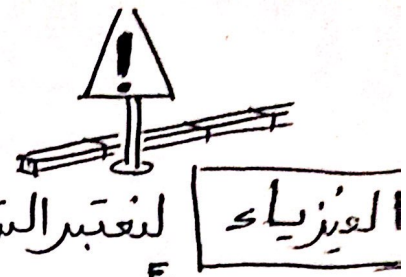
[6] احسب قيمة هذه السرعة عند اللحظة $t_1 = 40$ ثم $t_2 = 120$

[7] احسب كتلة النحاس المتكون عند اللحظة t_1

$M(Cu) = 63,5 \text{ g/mol}$ $M(O) = 16 \text{ g/mol}$ $M(C) = 12 \text{ g/mol}$.

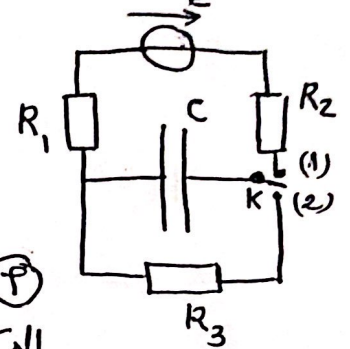


فرضي محروس في
مادتي الفيزياء والكيمياء



$R_1 = 750 \Omega$ $C = 1 \mu F$ $E = 12 V$
 $R_2 = 250 \Omega$
 $R_3 = 800 \Omega$

لنعتبر التركيب التالي : حيث
 (المولد مؤتمل)
 يفتح رتبة صاعدة للتوتر



1 عند اللحظة $t=0$ يكون المكثف مُفرغاً، نُؤرجح قاطع التيار K عند الوضع (1)

2 عرّف رتبة صاعدة للتوتر (ب) جد المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف $q(t)$ أكتب صيغة $q(t)$

3 استنتج تعبير $i(t)$ شدة تيار الشحن

4 أكتب قيمة التوتر $U_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي (R_1) عند اللحظة $t_1 = 1 ms$

5 نضبط الزمن من الجديد وعند اللحظة $t_0=0$ نُؤرجح K الى الوضع (2)

6 جد المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف $q(t)$ في هذه الحالة

7 أكتب تعبير صيغة الشحنة $q(t)$ و ارسم منحنى تقريبي لتغيراتها بدلالة الزمن

8 حدد تعبير $i(t)$ تيار الفريخ وأكتب قيمته عند اللحظة $t_3 = 2s$ (ح : هي ثابتة الزمن)

الكيمياء : نعتبر محلول (S) لحمض الايثانويك CH_3COOH عند $V=100 ml$ $C=0,05 mol/l$ $PH=3,02$ التوازن

1 عرّف الحمض حسب برونشستد

2 أكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء ثم أنشأ الجدول الوصفي للتفاعل

3 أكتب قيمة كمية المادة البدئية للحمض واستنتج قيمة x_{eq} التقدم النهائي للتفاعل عند التوازن ثم بين أن التفاعل محدود

4 أكتب تعبير σ موصلية المحلول (S) بدلالة V, C, x_{eq} وأكتب قيمة K ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل

5 ماذا يحدث للثابتة K عند إضافة الماء للمحلول (S)

$\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 ms.m^2.mol^{-1}$ $\lambda_{H_3O^+} = 35 ms.m^2.mol^{-1}$ نعطى

6 أكتب قيمة خارج التفاعل Q_r عند اللحظة $t=0$ ثم عند اللحظة t_1 حيث كانت $PH_1 = 2,8$

تجميع الموصلات الأومية

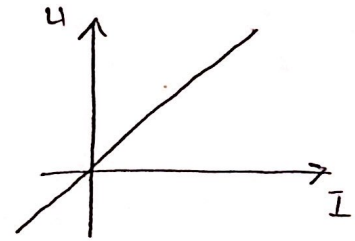
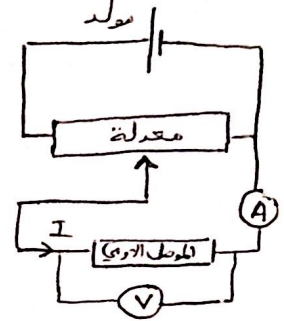
I الموصل الأومي

1 مميزات الموصل الأومي :

ننجز التركيب التالي بمقصد التمكن من دراسة سلوك تثنائي القطب أثناء تغيير التوتر بين مربطيه حيث نجري التجربة و نأخذ عدة قيم للنزج (U, I)

جدول القياسات

$U(V)$	0	2	4	8	12
$I(A)$	0	0.5	1	2	3



الملاحظة: نرسم المخطط المعبر عن الدالة $U = f(I)$

نلاحظ أن المخطط عبارة عن خط سقيم أي أن

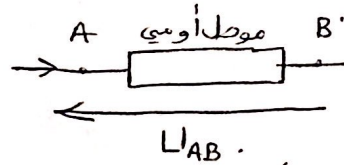
$U = KI$: هي ما يسمى ب مقاومة الموصل الأومي

وهي تعتبر خاصية اعتراض حركة حاملة الشحنة الكهربائية

نرمز لها ب R وحدتها في الأوم (Ω)

$$U = RI$$

هذه العلاقة تلخص قانون اوم $U_{AB} = RI$



2 قانون اوم :

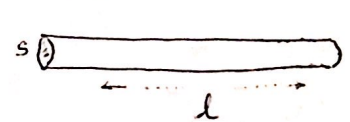
التوتر بين مربطي موصل أومي يتناسب إطرادًا مع شدة التيار I الذي يجتاز الموصل
نعبر أيضًا بمواصلة الموصل $G = \frac{1}{R}$ حيث $I = GU_{AB}$ وحدة G هي السيمنس (S)

ملحوظة

سلك فلزي يسلكه أن نعتبره موصل أومي له مقاومة R حيث :

ρ : مقاومة السلك
 $(\Omega \cdot m)$

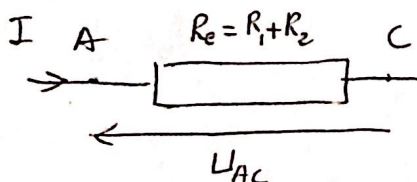
$$R = \rho \frac{l}{S}$$



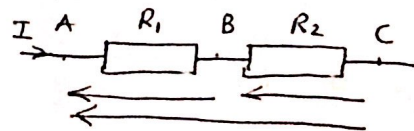
* بإمكاننا قياس مقاومة موصل أومي مباشرة بواسطة جهاز الأومتر

II تجميع الموصلات الأومية

1 في التركيب على التوالي



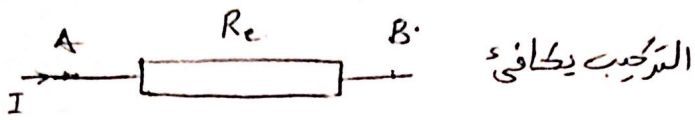
هذا التركيب
دكائي



$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = (R_1 + R_2) I$$

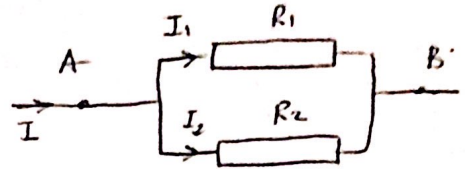
تعميم : المقاومة المكافئة لعدة موصلات

2) التركيب على التوازي



$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



$$I = I_1 + I_2 = (G_1 + G_2) U_{AB}$$

$$I = G U_{AB}$$

$$G = G_1 + G_2$$

III) خصائص

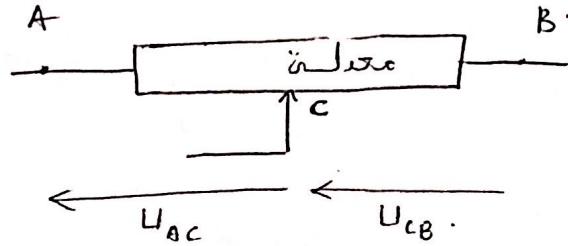
المعدلة عبارة عن موصل أومي مقاومته قابلة للتغيير (حسب وضع الزاوية)

$$U_{AC} + U_{CB} = U_{AB}$$

$$R_{AC} + R_{CB} = R_{AB}$$

$$\frac{U_{CB}}{U_{AB}} = \frac{R_{CB}}{R_{AB}}$$

$$U_{CB} = \frac{R_{CB}}{R_{AB}} \cdot U_{AB}$$

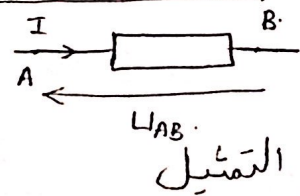


مميزات بعض ثنائيات القطب غير النشطة

I) مميزة ثنائي القطب

1) تعريف وتفسير ثنائي القطب غير النشط

هو عبارة عن مركبة كهربائية لها مبرطين إذا كان لا ينتج التيار الكهربائي متلقا نفسه نقول بأنه ثنائي قطب غير نشيط ($I=0, U=0$)



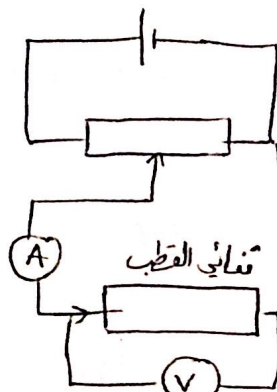
لدراسة سلوك ثنائي القطب لجبال التيار الكهربائي نرسم مميزة

حيث ننجز التركيب التجريبي: نحصل على عدة قيم للنوع (U, I) ثم نرسم المخطط

المعبر عن تخيرات المؤثر لا بدالة السدة I

هذه بالنسبة: 1

المصابيح	الصمام الثنائي زينر	الصمام الثنائي
	C.T.N.	V.D.R.



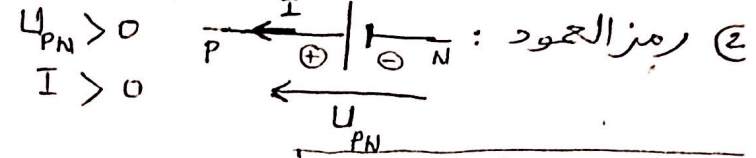
التيار الكهربائي

مميزه الجهود

تعريف ثنائي القطب النشط

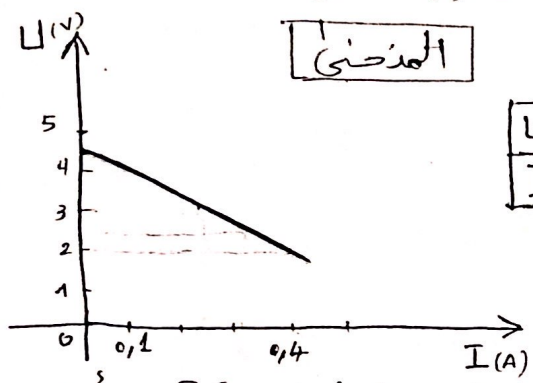
① تعريف: الجهود - البطارية - المولد . هي ثنائيات قطب نشطة بإمكانها أن تتغذي دائرة كهربائية بالتيار . والتوتر بين مرطبي ثنائي القطب النشط $U \neq 0$ حتى وإن كانت سدة التيار $I = 0$

ثنائي القطب النشط : مستقطب (له قطب موجب وقطب سالب)



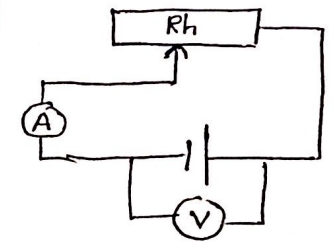
الدراسة التجريبية

① تجربة : للحصول على مميزة الجهود نعتمد التركيب التالي .



جدول القياسات

$U (V)$	4,5	3	2,5	2
$I (A)$	0	0,23	0,31	0,4



② معادلة الجهود : المدحني المعبر عن $U = f(I)$ عبارة عن خط مستقيم أي

$U = aI + b$ ، وما خلال المعطيات نجد $U = 4,5 - 6,4 I$

4,5 لها أبعاد توتر نرمز لها بـ $E = 4,5 V$ ونسميها القوة الكهرومحركة للجهود
6,4 لها أبعاد مقاومة $r = 6,4 \Omega$ " المقاومة الداخلية للجهود

معادلة الجهود $U = E - rI$

③ سدة تيار الدارة القصيرة

باللغة الفرنسية نتكلم عن Court-Circuit وهذا المصطلح متداول جدًا بالعامة . ويحدث " Court-Circuit " عند ربط القطب الموجب بالقطب السالب للجهود مباشرة وينتج عن ذلك ظهور شرارات وارتفاع في درجة الحرارة قد تسبب في انفجار الجهود حيث تصبح سدة التيار كبيرة جدًا I_{cc} (سدة تيار الدارة القصيرة) في هذه الحالة تكون $U = 0$

* نظريًا $U = E - rI_{cc} = 0 \iff I_{cc} = \frac{E}{r}$ القيمة النظرية

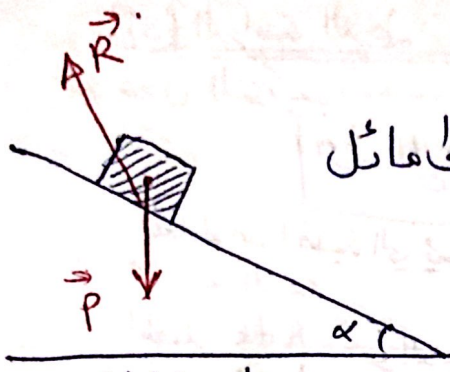
* عمليًا (تجريبيا) وعندما تزداد قيمة السدة I تخضع استغلال الجهود وتصبح المميزه غير خطية و نحصل على قيمة $I_{cc \text{ exp}}$ أقل من قيمة $I_{cc \text{ th}}$



لحوظة : نتكلم عن الجهود المثل (المثالي) عندما تكون له مقاومة داخلية $r = 0$ ويكون شكل $U = E$

III عدم الحفظ الطاقة الميكانيكية

عند وجود الاحتكاكات ينزل جسم صلب (ي) فوق مستوى مائل وتكتب مبرهنة الطاقة الحركية كالتالي :



بوجود الاحتكاكات

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$$

ونعلم أن $\begin{cases} W(\vec{R}) = -f \cdot d \\ W(\vec{P}) = -\Delta E_{pp} \end{cases}$ أي $\Delta E_c = -\Delta E_{pp} + W(\vec{R})$

$$\Delta E_c + \Delta E_{pp} = W(\vec{R})$$

$$\Delta E_m = W(\vec{R}) < 0$$

عند وجود الاحتكاكات تتناقص الطاقة الميكانيكية للجسم خلال انزله

* الطاقة الميكانيكية لا تنحفظ لذلك نقول أن قوة الاحتكاك قوة غير محافظة

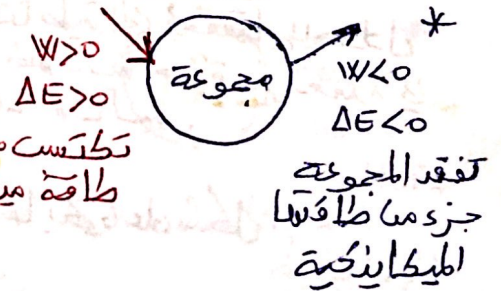
$$\Delta E_m = W(f) = -f \cdot d$$

تغير الطاقة الميكانيكية ΔE_m $\begin{cases} \text{شغل قوى الاحتكاك} \end{cases}$

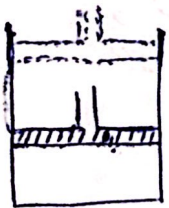
نتيجة الاحتكاك يتحول جزء من

الطاقة الميكانيكية الى طاقة حرارية Q

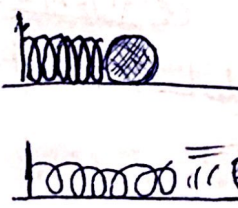
$$\Delta E_m = -Q$$



IV الشغل المكتسب من طرف مجموعة



نايف مكيوس أو غاز مكيوس $\begin{cases} \text{يشكل مجموعة مرفقة المكتسبة} \\ \text{طاقة بالشغل و خزنتها} \end{cases}$



الارتجاج قد يتسبب في تعجير قذيفة مشروب غازي

الطاقة المكتسبة بالشغل مكتسبة من رفع درجة حرارة المجموعة والزيادة في ضغطها

نتيجة الاحتكاكات يذوب الجليد أسفل الزلافة

الطاقة المكتسبة بالشغل من طرف الجليد مكتسبة من صهره (تغير حالة الفيزيائية)

الطاقة المكتسبة بالشغل قد ترفع الطاقة الحركية أو الطاقة الوضع لمجموعة وقد تحدث عدة تحولات : ارتفاع درجة حرارة المجموعة - تغير حالة الفيزيائية - تسوية شكلها ارتفاع ضغطها (غاز)

2008/2009

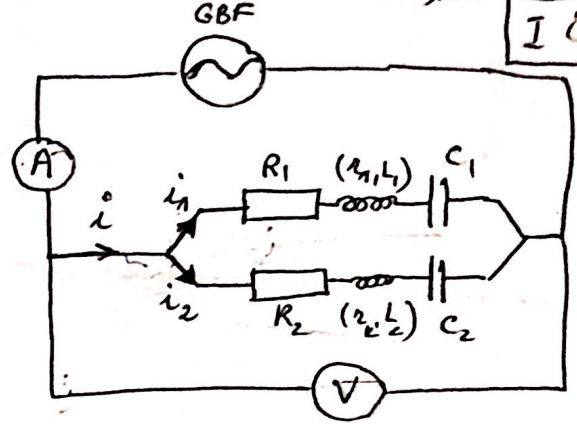
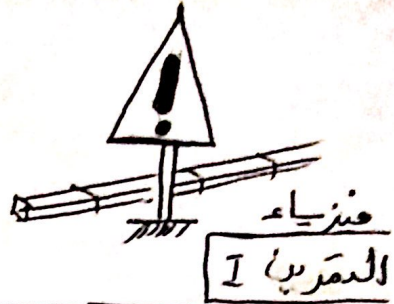
ابن رشد

2 علوم باكم (ع. رياضية)

AN

PC

فرني محروس



$$\frac{U}{I} = \dots$$

في هذا الدارة الكهربائية لدينا :

$$L_1 = L_2 \quad R_1 = R_2 \quad C_1 = C_2 \quad r_1 = r_2$$

وعند الرنين يُقاس

$$I = 0,08 A$$

$$U = 8 V$$

وذلك بالنسبة لتردد $N = 50 \text{ Hz}$ يمنحه الطول

$$R_T = R_2 + r_2 \quad \text{و} \quad R_T = R_1 + r_1$$

ثم حدّد قيم L_1 و C_1 علما أنّ عرض المنطقة الممرّرة هو $\Delta N = \frac{500}{\pi} \text{ Hz}$

ثم استنبج قيمة معامل الجودة Q

الشكل جانبه هو رسم توضيحي لعمود (موضح على الشكل) منحنى مرور التيار

1 أكتب مزدوجات الأكسدة والاختزال المتدخلة

في تشكيل هذا العمود ثم أكتب رمزه (البيان الصلحي)

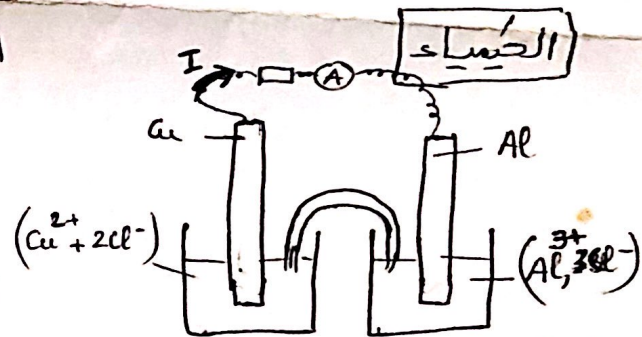
2 أكتب نصفي معادلي الأكسدة والاختزال ثم المعادلة المصليّة

3 أ حسب كمية الكهرباء التي تمر خلال اشتغال

العمود لمدة 15 min علما أنّ سدة التيار

$$I = 30 \text{ mA}$$

14 أ حسب كمية مادة الفلز الذي تكوّن ومقدار الزيادة في كتلة الكبرود



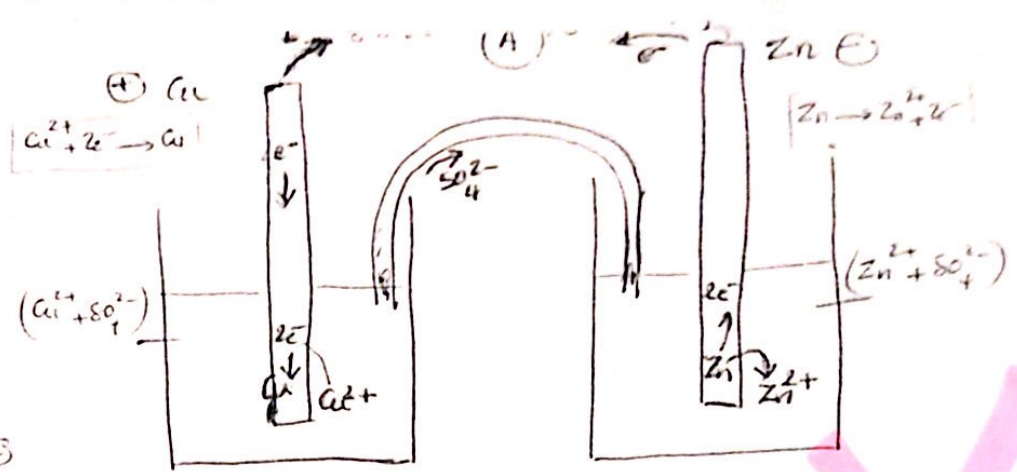
$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \quad M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$$

ملاحظة

① يقوم القطرلة الأيونية
بفصل الطبقات عليا وتسمح
بتمرير الأيونات لتتوصل
الحال في المباد الكهربائي



② يقوم المحود بتحويل الطاقة
الكيميائية الى طاقة كهربائية
③ تحدث الأكسدة على مستوى الأنود
(أكسدة أودية)
وتحدث الاختزال على مستوى الكاثود
(اختزال كاثودي)
④ في المحلول تنقل الأيونات وفي الأسلاك
والصمامات تنقل الإلكترونات

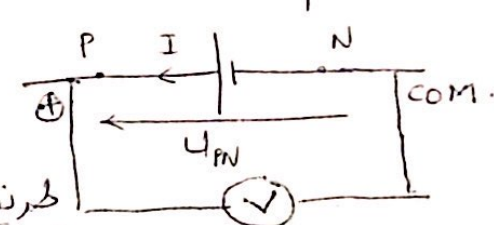
من المحود
معبرات المحود
البيان الصلاحية
 $Cu / Cu^{2+} || Zn^{2+} / Zn$
 $M_{ox} / M_{red} || M_{ox} / M_{red}$

الدوائر
محيط المحود

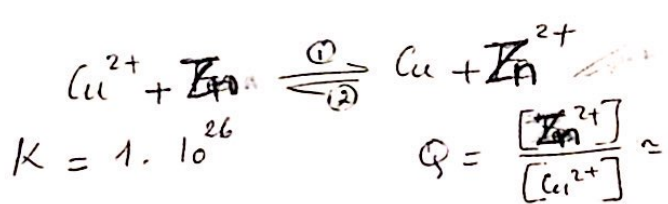
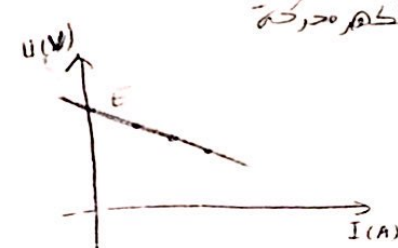
$$U_{PN} = E - r I$$

القوة الكهرومحركة
المقاومة
الداخلية

قانون أوم بالذات المحود



حريفة ربط القولط
توضح أن $U_{PN} > 0$



القطرلة الأيونية
حسب معادلة استغلال المحود

ولذلك في الدارة

عند $Q < K$ فإن المجموعة تتطور في الموضع المباشر ①
فيكون المحود أثناء استغلاله مجموعة كيميائية في حالة تطور
وعند التوازن يصبح مستقرًا ولا يتغير له التيار الكهربائي

الدراسة الكمية للمحود ① كمية الكهرباء

كمية الكهرباء مرتبطة بعدد الإلكترونات المنتقلة

$$Q_{max} = x e = n_{(e)} \cdot N_A e = n_{(e)} F$$

معدل الإلكترونات يتسبب في توليد تيار شدته I

$$Q_{max} = I \Delta t$$

ثابت أفوكادرو $N = 6.02 \cdot 10^{23}$
الفراي (شحنة 1 مول) $F = 9.65 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
العينة المطلقة لشحنة الإلكترون $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

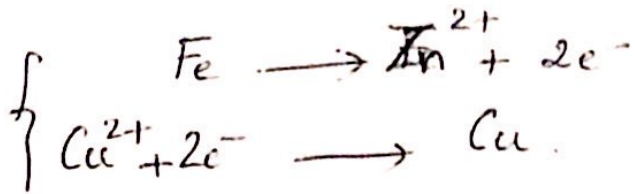
كمية الكهرباء التي تم
خلال المدة Δt

المحود خزان للطاقة

② كميات المادة المنتقلة

$$Q_{max} = I \cdot \Delta t = n(e) F$$

$n(e)$: كمية مادة الاطروونات وهي مرتبطة بحيثك معاداة الايونات (المختزل والمؤكسد)
مثال :



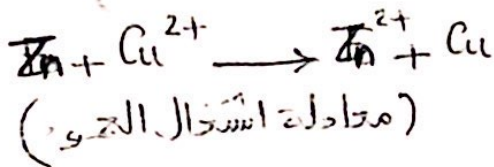
من خلال معادلات
الأكسدة والاختزال
فإن :

$$\frac{n(e^-)}{2} = \frac{n(Cu^{2+})}{1} = \frac{n(Zn^{2+})}{1}$$

$$\begin{aligned} n(Zn^{2+}) &= n(Zn) \\ n(Cu^{2+}) &= n(Cu) \end{aligned} \Rightarrow$$

$$n(e^-) = 2 n(Cu) = 2 \frac{m(Cu)}{M(Cu)}$$

$$n(e^-) = 2 n(Zn) = 2 \frac{m(Zn)}{M(Zn)}$$



$m(Zn)$: كتلة الحديد المختزل
 $m(Cu)$: كتلة النحاس المختزل

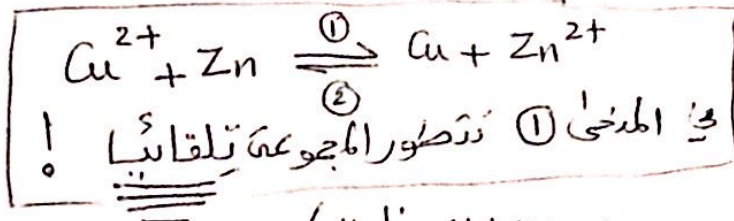
ومن

$$Q_{max} = I \cdot \Delta t = n(e) F$$

$$\begin{aligned} &= 2 \frac{m(Cu)}{M(Cu)} \cdot F \\ &= 2 \frac{m(Zn)}{M(Zn)} \cdot F \end{aligned}$$

أحيانا برمز لكتلة

النحاس المدكوك $\Delta m(Cu)$
والزنك المختزل $\Delta m(Zn)$



$$\begin{aligned} F &= N_A \cdot e \\ &= 6,02 \cdot 10^{23} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \end{aligned}$$

$$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$$

(سحنة 1 مول من الاطروونات)

⚠ : تذكر دائما أن الأكسدة تحدث عند الأنود (أكسدة أنودية)
والاختزال تحدث عند الكاثود (اختزال كاثودي)
الأنود ذو القطب السالب للحمود ②